Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians
Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens

The Catamaran Brook Habitat Research Project: Description and General Design of Study

Cunjak, R.A., D. Caissie and N. El-Jabi

Department of Fisheries and Oceans
Gulf Region, Science Branch
Fish Habitat and Enhancement Division
P.O. Box 5030, Moncton, N.B., E1C 9B6

October, 1990

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1751

Fisheries and Oceans Pêches et Océans

Canada

91-00761/

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, Canada's fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out of stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont inscrits dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences No. 1751

October 1990

The Catamaran Brook Habitat Research Project: Description and General Design of Study[1]

by

Richard A. Cunjak[2], Daniel Caissie[2] and Nassir El-Jabi[3]

Department of Fisheries and Oceans
Gulf Region, Science Branch
Fish Habitat and Enhancement Division
P.O. Box 5030, Moncton N.B., E1C 9B6

1: Contribution No.1 of The Catamaran Brook Habitat Research Project
2: Department of Fisheries and Oceans, Gulf Region
3: École de génie, Université de Moncton, Moncton, NB, E1A 3E9

© Minister of Supply and Services Canada 1990
Cat. No. Fs 97-6/1751 ISSN 0706-6457

Correct citation for this publication:

Cunjak, R.A., D. Caissie and N. El-Jabi. 1990. The Catamaran Brook Habitat Research Project: Description and General Design of Study. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1751. 14p.

CONTENTS

List of Tables iv

List of Figures iv

Abstract v

Résumé vi

1. Introduction 1

2. The Study Area 1
- 2.1 Selection criteria 1
- 2.2 History of land-use activities 1
- 2.3 Description of the Catamaran Brook Basin 2
  - 2.3.1 The biota 2
  - 2.3.2 The physical environment 2
  - 2.3.3 Water chemistry 3

3. Participating Agencies and their Roles 3

4. Materials and Methods 3
- 4.1 General design of study 3
- 4.2 Biological studies 4
  - 4.2.1 General hypotheses 4
  - 4.2.2 Selection of specific research sites 4
  - 4.2.3 Methodology for biological studies 4
- 4.3 Physical studies 5
  - 4.3.1 General 5
  - 4.3.2 Physical habitat variables 5
  - 4.3.3 Instrumentation 6

Acknowledgements 6

References 6

List of Tables

1. Total catch and density (no. of fish per 100 m^2) of different age-classes of juvenile Atlantic salmon captured by electro-fishing at a single site in Catamaran Brook from 1971-1989 (from Randall, unpubl. data). Total catch was determined from 4 to 5 complete "sweeps" through the site as per Zippin (1958). See Figure 2 for site location 8

2. Results of chemical analyses of water samples from Catamaran Brook sites C1 (river mouth) and C2 (at logging road bridge) in 1978 (from Randall 1981) 9

3. Recent water chemistry analyses for site one, Catamaran Brook. See Figure 3 for site location 10

4. Recent water chemistry analyses for site two, Catamaran Brook. See Figure 3 for site location 11

List of Figures

1. Map of the Catamaran Brook basin showing the watershed boundary, access routes, and the location of recreational camps 12

2. Map of the Catamaran Brook basin showing the location of beaver dams and the year in which they were located (1970-1975; 1989-1990), electrofishing stations, the fish counting fence, and the base camp for research activities 13

3. Map of the Catamaran Brook basin showing proposed timber-harvest blocks (1995-1999), water chemistry sampling sites, and the location of the meteorological and hydrometric stations 14

ABSTRACT

Cunjak, R.A., D. Caissie and N. El-Jabi. 1990. The Catamaran Brook Habitat Research Project: Description and General Design of Study. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1751. 14p.

In 1986, the Department of Fisheries and Oceans (DFO), introduced its National Policy for the Management of Fish Habitat, with the objectives of protecting ('no net loss') and enhancing ('net gain') fish habitat. In order to meet these objectives, DFO Gulf Region in Moncton undertook a long term habitat research project to accurately quantify fish habitat and production. Because of the complexity of aquatic ecosystems, a multi-discplinary approach to the study of fish habitat was adopted and the concept of a research basin was formulated.

In New Brunswick where timber harvest has a major influence on the aquatic environment, it was decided that the research programme should also incorporate a study of forestry-fishery interactions. Hence, the study design involves an evaluation of habitat changes due to such anthropogenic impacts, as well as from natural environmental sources. The quantification of habitat changes will be via physical (hydrologic) and biological (fish behaviour, production) measurements. To ensure accuracy of data collection, emphasis is being placed on temporal (e.g. diel, seasonal) and spatial (e.g. stream order, proximity to "impact zones") variability within well-defined habitat-types which characterize the basin. The proposed 15 year programme involves an initial 5-year moratorium (beginning in 1990) on timber harvest for the entire drainage basin. Monitoring of inter-annual variability in aquatic habitats will be carried out during those 5 years and also during the resumption of normal logging activities in 1995.

The basin selected for the research is Catamaran Brook, a tributary of the Little Southwest Miramichi River in NB, which has a drainage area of 50 km^2. This report presents the research project and its specific objectives; provides a description of the selected basin (past and present), the participating agencies and their roles, and the general design of study; as well as presenting preliminary physical, chemical, and biological data pertinent to the study.

RÉSUMÉ

Cunjak, R.A., D. Caissie and N. El-Jabi. 1990. The Catamaran Brook Habitat Research Project: Description and General Design of Study. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1751. 14p.

En 1986, le Ministère des Pêches et Océans (MPO) a introduit sa Politique nationale de gestion de l'habitat du poisson, dont les objectifs sont de protéger (aucune perte nette) et d'améliorer (gain net) l'habitat du poisson. Pour donner suite à ces objectifs, le MPO de la Région du golfe, à Moncton, a adopté une approche de recherche à long terme pour étudier l'habitat du poisson et la productivité du cours d'eau. En raison de la complexité des écosystèmes aquatiques, une approche de recherche multidisciplinaire fut adoptée pour l'étude de l'habitat du poisson, basée sur un concept de bassin versant "expérimental".

Au Nouveau-Brunswick, où la récolte du bois exerce une grande incidence sur l'environnement aquatique, il a été décidé que le projet de recherche comprendrait une étude des interactions entre les travaux forestiers et ceux de la pêche. Par conséquent, le plan d'étude comporte une évaluation des changements d'habitat dus aux impacts d'origine humaine ainsi que ceux tirant leur origine de causes naturelles. Les changements d'habitat seront quantifiés par des analyses physiques (hydrologiques) et biologiques (comportement du poisson et production du cours d'eau). Pour assurer une collecte de données précise, l'emphase sera mise sur les variations temporelles (p. ex. journalière, saisonnière) et spatiales (p. ex. ordre du cours d'eau, proximité des zones affectées) des types d'habitat qui caractérisent le bassin. Le programme comprend un moratoire de 5 ans sur la coupe du bois (débutant en 1990) sur tout le bassin versant. Les variabilités naturelles interannuelles des habitats aquatiques seront mesurées durant les 5 premières années du plan proposé de 15 ans, et également durant le reprise des activités forestières en 1995.

Le bassin choisi pour cette étude est le ruisseau Catamaran, un affluent de la rivière Little Southwest Miramichi au NB, dont le bassin versant couvre une superficie de 50 km^2. Ce rapport présente le projet de recherche et les objectifs d'étude, fournit des informations sur la description du bassin (présent et passé), les organismes participants et leur rôle, le champs d'étude général et présente également quelques données physiques, chimiques et biologiques préliminaires pertinentes à cette étude.

1.0 INTRODUCTION

In 1986, the Department of Fisheries and Oceans (DFO) introduced its national Policy for the Management of Fish Habitat with its objectives of protecting ('no net loss') and enhancing fish habitat ('net gain'). In order to meet these objectives, the need to accurately quantify fish habitat and its productive capacity was immediately recognized. In the Atlantic Region, as in most of Canada, habitat data are incomplete and/or unavailable. The Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Council (CAFSAC) has recently acknowledged these needs and has suggested its forum for the provision of such information.

Because of the complexity of aquatic ecosystems, a long-term multi-disciplinary approach to the scientific study of fish habitat promises to be the most effective means of understanding the ecological processes responsible for the observed pattern(s) in river systems. A similar conclusion, espousing the importance of long-term research, was reached at a recent workshop on habitat issues in the Gulf Region of Atlantic Canada (Chadwick 1990). At Carnation Creek in British Columbia where fisheries - forestry interactions have been investigated since 1971, important variations in salmon populations and physical habitat characteristics of the basin were noted only after monitoring long time-series of data (Hartman et al. 1987; review papers in Chamberlain 1988). It was with these principles in mind that the Habitat Ecology Section (Science Branch, Gulf Region) adopted its approach to, and the concept for, a habitat research project which is detailed herein.

The purpose of the project is to quantify environmental perturbations to, and the productive capacity of, fish habitats in running-water (lotic) systems utilizing existing expertise in stream fisheries biology and hydrology within the Habitat Ecology Section. To achieve our objective, the project has been formulated within a multi-disciplinary framework involving biological and physical (hydrological) components. Investigations are intended to focus on the impacts to fish habitat by natural phenomena (e.g. floods, droughts, ice, seasons, beaver activity) as well as from anthropogenic sources (e.g. timber harvest, road construction). Salmonid fishes, particularly Atlantic salmon (Salmo salar), are the primary species to be investigated due to their economic importance and their prevalence within the Gulf Region.

2.0 THE STUDY AREA

2.1 Selection criteria

A number of river systems throughout the Gulf Region were reviewed for their suitability as the site of the research programme. Criteria included: being representative of Gulf river drainage basins; size (area) of the basin; a historical data base (fisheries); existing wild populations of fish (particularly of Atlantic salmon); accessibility; and a minimal presence of human habitation(s) and/or industry.

Catamaran Brook (46° 52.7' N, 66° 06.0' W), a tributary of the Little Southwest Miramichi River in central New Brunswick (Figure 1) was selected as the site of the research project. A large population of anadromous Atlantic salmon (of which there are historical data), a stable flow regime, manageable basin size (approx. 50 km^2), relatively little timber harvest in recent years, and no permanent human habitation were some of the attributes favouring the selection of Catamaran Brook.

2.2 History of land-use activities

Logging has been, and continues to be, the predominant land-use activity in the Catamaran Brook drainage basin. Since 1779 when the first contract was granted to export square timber to Britian, harvesting has taken place along the Miramichi and its tributaries. During the Napoleanic Wars (1800-1815), the demand for white pine (Pinus strobus) for use as masts, yards, and spars in the British Navy probably resulted in the harvesting of trees of suitable size and quality from the Catamaran basin (G. Watling, DNRE, Newcastle, pers. comm.).

It is likely that the Great Miramichi Fire of 1825 burned through the Catamaran basin. Any quality softwood and hardwood species which survived the fire would have been selectively harvested in the latter portion of the 19th century and early 20th century to support a thriving shipbuilding and lumber exporting industry in the Miramichi area (G. Watling, pers. comm.).

Based on anecdotal evidence from the 1920's and 1930's, there was selective cutting of sawlogs within yarding distance of the brook (approx. 1-3 km). An aerial photographic survey in 1944 provided definitive evidence of extensive logging activities along the lower Catamaran Brook (i.e. yarding trails, landings, and a 'splash-dam' for driving logs downstream to the mouth of the brook where two saw mills were situated). It is believed that the last log drive in Catamaran Brook occurred in the 1950's.

Road construction in the 1960's improved access to merchantable timber. For example, eastern white cedar (Thuja occidentalis) was selectively harvested within 2.5 km of access roads during this period. Selective and partial cutting of hardwood and softwood logs, as well as scattered clear-cuttings of hardwoods, continued until 1987, mainly in the upper portion of the basin. Approximately 60% of the drainage basin of Catamaran Brook has not been cut for at least 40 years.

A secondary land-use in the area is the harvesting of wildlife. No data are available which are specific to the Catamaran basin. However, the hunting of deer, moose, and bear, and the trapping of fur-bearing animals (e.g. beaver, fox) are considered important activities for local inhabitants.

The New Brunswick Department of Natural Resources and Energy (J. Gilbert, per. comm.) reported a significant recreational fishery for brook trout as recently as 1985 with 5800 trout captured per 1800 rod days in the Catamaran Lake area. Brook trout were stocked in the Catamaran Brook system prior to 1975. This involved the release of 1000 - 4000 fingerling trout per year and was primarily designed to supplement the angling harvest (A. Wynn, DFO, pers. comm.). Recreational fishing is negligible in the river proper; there are no records of salmon angling in Catamaran Brook.

There are no records of any permanent settlements established within the catchment basin nor any evidence of agricultural activity. The only structures within the Catamaran basin today are a few hunting and fishing camps along the shore of Catamaran Lake and a cluster of hunting cabins near the mid-basin watershed boundary (Figure 1).

2.3 Description of the Catamaran Brook Basin

2.3.1. The biota

The combination of forest fires and timber harvest since the mid 19th century have virtually eliminated all mature stands of trees in the Catamaran Brook basin. Instead, the forest of 1990 is mainly second-growth species conestimated as 65% coniferous and 35% deciduous. Predominant hardwoods include white birch (Betula papyrifera), yellow birch (B. lutea), sugar maple (Acer saccharum), red maple (A. rubrum), American beech (Fagus grandifolia), and trembling aspen (Populus tremuloides); these are most common in the middle and lower reaches of the basin. Coniferous species such as balsam fir (Abies balsamea) and spruce (Picea spp.) are most common in the headwaters region (e.g. Catamaran Lake). Eastern white cedar is moderately abundant in the stream valley; speckled alder (Alnus rugosa) is the predominant riparian species, especially where the gradient is low and in the flooded lands behind beaver dams.

The Atlantic salmon is the most common fish species in Catamaran Brook although their distribution is limited to approximately the lower 10 km of river (Figure 2). Recent observations (Cunjak, unpubl. data) indicate that anadromous adults enter the river to spawn in late October and in November; mean smolt age of Atlantic salmon in Catamaran Brook is 3 (Randall 1981). Brook trout are the most common fish species in the headwater streams and in Catamaran Lake. In studying the emergence patterns of salmon and trout in Catamaran Brook, Randall (1981) found that brook trout emerged from redds approximately two weeks earlier than Atlantic salmon which usually emerged by mid-June. Randall (1981) also found blacknose dace (Rhinichthys atratulus), American eel (Anguilla rostrata), lake chub (Couesius plumbeus), sea lamprey (Petromyzon marinus), slimy sculpin (Cottus cognatus), and threespine stickleback (Gasterosteus aculeatus) from two sampling sites in Catamaran Brook.

Electrofishing surveys which have been conducted at the same stream site in Catamaran Brook (Figure 2) every July or August since 1971 (R.G. Randall, unpubl. data) indicate high variability in the total catch and the density of juvenile Atlantic salmon (Table 1). High densities, such as were found in 1977 and in 1978, show that Catamaran Brook is one of the most productive salmon-rearing streams in the Miramichi system (Randall 1981). Zero counts (and densities) of age-0+ salmon fry in some years (see Table 1) are believed to be due to beaver dams in the main river which form complete barriers to upstream migration by adult salmon. Such main river dams have been identified near the river mouth and at river km 5.5 and 9.0 (Figure 2). That these depopulated areas are inhabited by overyearling (1^+ and 2^+) salmon in subsequent years (Table 1) and indicates significant instream movements by parr from upstream and/or downstream (assuming beaver dams are periodically washed-out).

2.3.2. The physical environment

Catamaran Brook is a third-order stream (Strahler 1964) situated in the central part of New Brunswick. The elevation of the brook ranges between approximately 70 meters above mean sea level at the mouth to 330 meters in headwaters. The total length of first order streams is 13.3 km or 44% of the length of all ordered streams); the total length of second order streams is 9.6 km (32%) while third order streams account for 24% of the total stream length (or 7.1 km). The length of the main watercourse is

20.5 km with a mean slope of approximately 1.27%. The drainage density (ratio of the total length of stream to the area of the basin) is 0.60 km^{-1}. As shown in Figure 3, the basin has two lakes, one of which is unnamed and the other, called Catamaran Lake, with an area of 0.3 km^2. Very little swamp area is found in the basin except along Tributary One (mainly inundated zones behind beaver dams) and in headwaters reaches such as near the outflow of Catamaran Lake (Figure 1).

The Catamaran Brook basin receives approximately 1100 mm of precipitation annually (Fisheries and Environment Canada 1978). Of the total amout of precipitation, about 73% (or 800 mm) falls in the form of rain. The average July air temperature is 17.5 °C while the average air temperature in January is -10 °C (Fisheries and Environment Canada 1978).

The geology of the region in such that Catamaran Brook is on the border of two tectonostratigraphic divisions, the Miramichi Anticlinorium and the Fredericton Synclinorium (Irrinki, 1979). The Catamaran Fault is also part of the Catamaran Brook basin and crosses the stream in the upper portion of the basin. This area was glaciated during the Pleistocene Epoch (10 000 to 1 000 000 years), and till and glaciofluvial deposits cover most of the area (Irrinki 1979).

2.3.3. Water chemistry

Historical water chemistry data are available from two sites in Catamaran Brook (Randall 1981); these are presented in Table 2. More recently monthly water samples have been collected from two locations along the river: at the mouth of the brook and at the bridge site (Figure 3), and subsequently analyzed for 23 common chemical parameters. The results of this preliminary water chemistry analysis from June 1989 to February 1990 are presented in Table 3.

3.0 PARTICIPATING AGENCIES AND THEIR ROLES

The Department of Fisheries and Oceans (Science Branch), as the lead agency, assumes the role of co-ordinator of the project. Personnel from the Habitat Ecology Section are responsible for much of the biological research, particularly fish habitat utilization and population dynamics. Benthic invertebrate studies are being conducted in co-operation with faculty and students from Mount Allison University (Biology) in Sackville, New Brunswick. Continuous hydrological and meteorological data collection (which is crucial to an understanding of the basin's hydrologic budget and the physical factors driving the biotic system) is being achieved through the co-operation of scientists from Université de Moncton (École de génie), Habitat Ecology (DFO), and Environment Canada (Inland Waters Directorate, Atmospheric Environment Service). In addition, these data will be useful in the development of a regional climatological database for DFO's Climate Strategy programme which proposes to study the interrelationships between climate and fish population dynamics and habitat. Environment Canada (Water Quality Branch) are responsible for the chemical analyses of water samples from various locations in Catamaran Brook. The New Brunswick Department of Natural Resources and Energy (DNRE) was instrumental in securing the proposed timber harvesting plan for the Catamaran Brook basin which is fundamental to our study of the impacts of forestry practices. DNRE, as landowner of the study area, will continue to be involved in various aspects of the project as they pertain to resource management. Miramichi Pulp and Paper Inc. which holds the harvest leases for the Catamaran Brook basin has been co-operative from the outset of the project in providing information on cutting activities (past, present, and future). They continue to provide important services to the project including road access, grading, and snow clearing. It is anticipated that more agencies will become involved in activities related to the Catamaran Brook Research Project during the proposed 15 year study.

4.0 MATERIALS AND METHODS

4.1 General design of study

As the Catamaran research project is intended to extend over many years, the study design incorporates both short-term and long-term components. A 15-year plan was adopted which was based on the schedule used in the Carnation Creek Watershed study in British Columbia (Chamberlain 1988). Beginning in 1990, and extending over 5 years (to the end of 1994), the **pre-logging phase** will permit researchers to study natural biological, physical, and chemical variations in the environment along temporal (diel, seasonal, annual) or spatial (upstream to downstream; tributaries vs. mainstem) gradients within the drainage basin. These data will serve as the basis for comparison with the subsequent 5-year **logging phase** (1995-1999) when timber harvest will resume at predetermined locations within the basin (Figure 3). Sampling stations situated relative to these locations will be used to assess habitat changes as a consequence of logging and/or its attendant activities (e.g. road construction). The final 5-year **post-logging phase** (2000-2004) is tentatively scheduled to serve as a post-treatment assessment of habitat change, (anthropogenic and natu-

ral); specific details of this part of the design will be made after discussions between the logging company (Miramichi Pulp and Paper Inc.), the landowner (DNRE) and DFO.

In order to effectively quantify fish habitats, it is important to include both biological studies and physical studies as these two components are intrinsically linked. Analyses will be done of varied spatial and temporal conditions in the basin for the purpose of studying physical-biological interactions.

4.2 Biological studies

4.2.1. General hypotheses

Because of the temporal and spatial complexities inherent to lotic environments, the research programme has been divided into two main components within which generalized null hypotheses (H_0) define the direction of the studies:

(1) Short-term Studies (<1 - 4 years)

H_0 : There is no variability in fish habitat utilization, or in productive capacity (defined here as the number or biomass of a fish species within a specified unit of habitat) as a function of :

(i) generalized habitat type (e.g. riffles, runs) or specific physical habitat attributes[1] .

(ii) time (diel, monthly, seasonal, inter-annual).

(iii) proximity to beaver dams.

(2) Long-term Studies (6-15 years)

H_0 : Timber harvest (logging) has no impact on fish habitats or their productive capacity, regardless of proximity to the affected area.

Relative to a 'control' site (with a variety of designated habitat types), an 'immediate impact' site proximal to the logging area and a 'downstream impact' (distal) site will be monitored for changes in habitat utilization and productive capacity as well as for changes in physical habitat parameters (see 'Physical Studies', Section 4.3). The initial 5-year pre-logging phase will evaluate inter-annual and seasonal variability of the data (see 'Short-term Studies above). The pre-designation of areas to be logged in 1995 (Figure 3) has facilitated the selection, in 1990, of specific 'control' and 'impact' sites for long-term research.

4.2.2. Selection of specific research sites

Preliminary surveys at Catamaran Brook have identified the following stream 'habitat types' where research of fish habitat will focus :

(i) bedrock riffles and runs (high gradient, homogenous substrate)

(ii) boulder - gravel riffles, runs, flats, and pools (low - moderate gradient; heterogenous substrate)

(iii) cobble riffles, runs, flats, and pools (low - moderate gradient,homogenous substrate)

(iv) beaver dam backwaters (low gradient, homogenous, fine substrate).

4.2.3. Methodology for biological studies

Biological investigations of fish habitats (i.e. utilization and productive capacity) will involve a variety of methods within specific 'habitat types' :

(a) Electrofishing, seining, and traps - these methods of fish collection will be used for determinations of fish abundance, density, and for mark-recapture studies of movement along temporal and spatial gradients.

(b) Fish-counting fence - located at the mouth of Catamaran Brook (Figure 3) and operated during the ice-free period; it will be used to assess upstream and downstream movements of all fish species and hence, will serve to monitor changes in the river's fish community between years and treatments (i.e. logging).

(c) Snorkeling observations - this technique of direct, underwater observation will be useful for censusing fish populations within various habitat types over time. More importantly, it provides an assessment of fish behaviour and microhabitat utilization which is not feasible with most other methods. Snorkeling observations will be carried out in all seasons.

(d) Benthic macroinvertebrate sampling - the main purpose of the sampling will be to monitor population changes over time, among habitat types, and as a consequence of logging activity.

---

[1] - these physical habitat attributes include substrate, stream width, cover, stream velocity, ice scour, stream order, turbidity, Total Dissolved Solids, pH, winter temperature, summer temperature, discharge, and gradient, as identified at a recent (1989) subcommittee meeting of CAFSAC (document in preparation). In addition to these habitat parameters, we will also be including groundwater (baseflow), ice and snow accumulations, sedimentation, and precipitation.

4.3 Physical Studies

4.3.1 General

As mentioned in paragraph 4.2.1, the basic hypothesis of the project is that the fish habitat and the productive capacity of the stream are dependent on physical phenomena. To adequately address this hypothesis, a complete study of the river basin is necessary. This involves regional studies, studies of the basin properties and of secondary basins, and also studies of reaches (or segments) of the stream (Désilet 1988).

Regional studies will differentiate the behaviour of the Catamaran basin relative to other basins in the region. The regional approach will also allow a study of the applicability of certain models, developed for this basin, to other similar basins. Some of the studies that will be important in understanding the various physical phenomena that act on the Catamaran basin include analyses of discharges (mean, flood and low water), precipitation and temperatures.

Studies of the water and energy budget are examples of basin-wide studies. A basin-wide analysis of the water budget will provide a better understanding of the hydrological cycle within the river basin, as well as its effect on the habitats and their relative productivity. A determination of the energy budget will permit an analysis of physical phenomena, such as ice formation and the river's water temperature regime.

Physical changes due to timber harvest may be analyzed according to two approaches: the 'control' basin approach; and, a time series analysis (Hewlett 1971; Bosch and Hewlett 1982). The use of a 'control' basin involves choosing a second basin in the region that is similar to the test basin in terms of vegetation, climatology and size (area). The second approach consists of analyzing time series data (e.g. discharge) to investigate trends or cyclic features introduced in the series.

In the present project, no single control basin (i.e. with characteristics similar to the basin under study) will be studied. However, secondary basins will be considered as control basins for certain physical analyses and for the initial five-year calibration period. During the calibration period input-output relationships of various physical processes of the hydrologic and energy budgets will be investigated. Following the years of calibration, these input-output models will be used to study changes in the physical processes.

To study and quantify the different types of habitats, physical habitat variables will be measured for several reaches of the stream. This type of analysis will permit a study of natural physical changes and those caused by timber harvest. These physical habitat variables will also form part of a data base towards development of a habitat model. It should be noted that the stream reaches used in the physical analysis will be the same as those used in the biological analysis described in paragraph 4.2.

4.3.2 Physical habitat variables

The physical habitat variables are calculated in relation to a reach or a transect of the stream. These variables are: the physiographic and hydrologic characteristics of the basin; the hydraulic characteristics of the stream; and the habitat and micro-habitat variables. Biological and chemical attributes are also habitat variables but they are of non-physical nature.

Physiographic characteristics of the basin have been chosen to represent the geomorphological conditions (area drained, area of the lakes, mean slope of the water surface, etc) of the basin above the stream section under study. They can also represent the nature and use of the soil, such as the area and type of forest. These characteristics will affect the stream's biology, as most of them are influenced by the quantity and quality of the water.

Hydrological variables include the various processes of the hydrologic cycle, such as precipitation, evaporation, runoff, groundwater, etc. Hydrological studies permit a study of the impact of these processes on aquatic resources (Poff and Ward 1989).

The hydraulic characteristics of the stream are: stream velocity, depth of water, width and slope of the stream, roughness coefficient, etc. These variables depend on the quantity of water (i.e. hydrology of the basin) and the nature and geometric conditions of the stream.

Habitat and micro-habitat variables will differ, depending on the scale of the measurements. Habitat variables will be measured visually in percentage or average over a reach of the stream. Micro-habitat variables will be measured using meters over several points of each section of the reach or according to the position of the fish. Micro-habitat variables are sometimes preferred to habitat variables, as they provide information on the needs and habitat preferences of each species of fish (or life stage) studied.

4.3.3. Instrumentation

Both basic and specialized instruments will be used in the basin. Most of the latter will be equipped with storage modules for continuous data collection and information storage in the field. Some portion of the information will be available in "real time" via satellite transmission. Satellite transmission will allow forecasting of basin parameters or sampling at critical moments, such as during flooding, low water periods, or at freeze-up.

A meteorological station installed in the centre of the basin (Figure 3). The various measurement sensors include: temperature, humidity, wind direction and speed, liquid and solid precipitation, atmospheric pressure and solar rays. The temperature profile of the ground is also measured with several temperature sensors to determine frost depth in winter. The station comprises of a data acquisition unit linked to a digital processing and information storage unit. It is completely automated and provides users with an immediate determination of the required information. This station, provided by the Université de Moncton, has been installed and operated with the assistance of Environment Canada (Atmospheric Environment Service). The installation of the station and the operation of the sensors meet the requirements of the guide for automated stations (Environment Canada 1989). The station has been in operation since January 1990.

A hydrometric station has also been installed in the basin (Figure 3) which measures the water level in order to calculate discharge. This station, installed with the participation of Environment Canada (Inland Waters Directorate), has been in operation since October 1989. Two types of instruments will be used to measure water levels. The first type measures the water level with a float and records it on paper. The second type of instrument involves the use of a data acquisition system equipped with a pressure sensor that converts water pressure into water level. In addition, the data acquisition system will be capable of digitally processing the data and storing it in its memory. This system will also be linked to the satellite transmitter to provide real time hydrometric data.

A network of piezometers with observation wells will be established with the participation of the New Brunswick Department of the Environment and Environment Canada (Inland Waters Directorate) in order to study the relationship between surface water and groundwater. This network will allow a study of the groundwater movements and a study of the impact of groundwater on fish habitats and the productivity of the stream. Seasonal and annual variations will also be studied, as well as changes to the level of the water table following forest clearing.

The discharge of groundwater returning to the stream will also be measured with devices that measure water seepage (Lee 1977, Attanayake and Waller 1988 and Lee and Cherry 1978).

Suspended sediments affecting fish habitats will be analyzed from water samples taken at several locations in the brook. Sediments in the stream bed may also affect the fish at different stages in its life. The analysis of these sediments will be done either through sieving, by collecting a frozen sample in the field by the Ryan method (1970) or through a measurement of the permeability of the stream bed, using minipiezometers (Winter et al. 1988, Sowden and Power 1985, Lee and Cherry 1978).

The water temperature in the river can have a considerable impact on the aquatic fauna. Water temperature will therefore be measured on a continuing basis, using thermographs located in several parts of the stream, to develop forecasting models (Marceau et al. 1984). Emphasis will be placed on locating the thermographs in areas so as to determine possible thermal impacts from forestry activities. In addition, the water temperature in the river will be measured at different locations along the waterway to study the river's recovery capacity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the following people for their contribution to this report: P. Hardie for his work on parts of this report; J. Conlon who prepared the figures and tables; R. Randall for providing unpublished data from electrofishing surveys (Table 1) and other information about Catamaran Brook; G. Watling (DNRE) and P. DeMarsh for their contributions with regards to land-use history; and R. Currie (DNRE) for provision of beaver survey information; Drs. J. Worms and S. Courtenay kindly reviewed earlier versions of the report.

REFERENCES

Attanayake, M.P., and D.H. Waller, 1988, Use of seepage meters in a groundwater - lake interaction study in a fractured rock basin - a case study, Can. J. Civ. Eng., Vol.15, pp.984-989.

Bosch, J.M. and J.D. Hewlett, 1982, A review of catchment experiments to determine the effect of vegitation changes on water yield and evapotranspiration, Journal of Hydrology, No.55, pp.3-23.

Chamberlain, T.W., (Editor), 1988, Proceedings of the Workshop: Applying 15 years of Carnation Creek Results, Workshop held January 13-15, 1987, Nanaimo, British Columbia, 239p.

Chadwick, E.M.P. (Editor), 1990 (in press), Proceedings of the Gulf Habitat Science Workshop, Moncton, NB, (November 1989).

Désilets, L., 1988, Critère de sélection des bassins et de macrolocalisation des stations d'échantillonnage. Étude No 164, Série scientifique, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Ottawa, Canada, 14p.

Environment Canada, 1989, AES guidelines for co-operative climatic autostations: version 1.0, Climate Applications Branch, Canadian Climate Centre, Atmospheric Environment Service, 59p.

Fisheries and Environment Canada, 1978, Hydrologic Atlas of Canada, 34 maps.

Hartman, G.F., J.C. Scrivener, and T.E. McMahon, 1987, Saying that logging is either 'good' or 'bad' for fish doen't tell you how to manage the system, The Forestry Chronicle (June 1987): 159-164.

Hewlett, J.D., 1971, Coomments on the catchment experiment to determine vegetal effects on water yield, Water Resources Bulletin, Vol.7, No.2, pp.376-381.

Irrinki, R.R., 1979, Geology of North and South Little Sevogle Rivers-North Branch, Little Southwest Miramichi River-McKendrick and Catamaran Lakes Region, Map-Areas O-12, N-12, and N-13, (Part of 21 J/16), Mineral Resources Branch, Department of Natural Resources New Brunswick, 36p. and maps.

Lee, D.R., 1977, A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries, American Society of Liminology and Oceanography, Vol.22, pp.140-147.

Lee, D.R., and J.A. Cherry, 1978, A field exercise on groundwater flow using seepage meters and mini-piezometers, Journal of Geological Education, Vol.27, pp.6-10.

Marceau, P., D. Cluis, and G. Morin, 1984, Comparaison des performances relatives à un modèle déterministe et à un modèle stochastique de température de l'eau en rivière, Can. J. Civ. Eng., Vol.13, No.3, pp.352-364.

Poff, N.L., and J.V. Ward, 1989, Implication of streamflow variability and predictability for lotic community structure: A regional analysis of streamflow patterns, Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol.46, pp.1805-1818.

Randall, R.G., 1981, Production rate of juvenile Atlantic Salmon (Salmo salar L.) in relation to available food in two Miramichi River, N.B., nursery streams, Ph.D. thesis, University of New Brunswick, Fredericton, N.B.

Ryan, P., 1970, Desgin and operation of an in situ frozen core gravel sampler. Can. Dep. Fish. and For. Tech. Rep. 1970-12: 8p.

Strahler, A.N., 1964, Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, section 4-II, in Handbook of Applied Hydrology, ed. by V.T. Chow, McGraw-Hill, New York, pp.4-39, 4-76.

Sowden, T.K. and G. Power, 1985, Prediction of rainbow trout embryo survival in relation to groundwater seepage and particule size of spawing substrates, Transactions of the American Fisheries Society, Vol. 114, pp.804-812.

Winter, T.C., J.W. LaBaugh, and D.O. Rosenberry, 1988, The design and use of a hydraulic potentiomanometer for direct measurement of differences in hydraulic head between groundwater and surface water, Limnol. Oceanogr., Vol.33, No.5, pp.1209-1214.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation, J. Wildl. Manage. Vol. 22, pp.82-90.

Table 1. Total Catch and density (no. of fish per 100 m^2) of different age-classes of juvenile Atlantic salmon captured by electro-fishing at a single site in Catamaran Brook from 1971-1989 (from Randall, unpubl. data). Total catch was determined from 4 to 5 complete "sweeps" through the site as per Zippin (1958). See Figure 2 for location.

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Area (m^2)	306.2	278.8	292.5	280.5	294.5	310.5	310.9	309.9	363.0	376.5	257.7	261.4	233.8	247.0	188.0	208.2	178.9	179.8	195.5
AGE - 0+																			
Total Catch	22	0	39	2	0	6	302	334	2	10	7	0	10	0	0	2	0	23	103
Density	8.13	0.0	16.1	0.716	0.0	2.05	105	116	0.554	2.70	2.95	0.0	5.41	0.0	0.0	1.18	0.0	18.2	53.1
AGE - 1+																			
Total Catch	2	13	2	94	4	13	9	77	49	21	12	19	29	26	20	0	14	53	16
Density	0.394	4.80	0.945	33.8	1.37	4.19	3.31	25.4	13.6	6.75	4.67	7.35	13.0	11.4	10.9	0.0	9.72	62.5	8.98
AGE - 2+																			
Total Catch	15	11	3	3	32	5	11	2	27	25	13	4	18	11	4	6	5	7	8
Density	5.00	4.09	10.8	1.29	11.6	1.61	3.61	0.649	8.05	7.06	5.36	1.53	8.43	4.74	2.62	4.34	3.11	3.94	7.37

Table 2. Results of Chemical Analyses of Water Samples from Catamaran Brook Sites C1 (River Mouth) and C2, (Logging Road Bridge) in 1978. (from Randall 1981)

Parameter	Date / Site	28 Feb. C2	25 Apr. C2	17 Jul. C2	31 Oct. C1	31 Oct. C2
Alkalinity ($mg \cdot l^{-1}$ $CaCO_3$)		28	16	30	27	28
Conductivity ($\mu S \cdot cm^{-1}$)		57	35	70	63	65
Turbidity (APHA)		0.12	0.15	0.34	0.13	0.1
NO_3+NO_2-N ($mg \cdot l^{-1}$)		0.14	0.11	0.06	0.07	0.06
TKN NH_3-N ($mg \cdot l^{-1}$)		-	-	0.1	0.4	0.2
TPO_4-P ($mg \cdot l^{-1}$)		0.02	0.1	0.06	0.09	0.05

Table 3. Recent Water Chemistry Analyses for Site One, Catamaran Brook. See Figure 3 for Site Location.

PARAMETER	1989 JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	1990 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE
pH (pH Units)	7.6	7.6	7.3	7.4	7.2	7.1	7.1	7.6	-	7.6	6.9	7.1	7.4
Specific Conductance ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	83	84	64	79	57	43	64	70	62	67	31	40	55
Turbidity (NTU)	0.3	0.4	0.4	0.3	0.6	0.6	0.2	0.2	0.3	-	-	-	-
Turbidity (JTU)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.6	0.3	0.3
Alkalinity Total ($mg \cdot l^{-1}$)	35.9	38.8	26.2	35.0	20.1	14.2	25.4	28.6	-	25.1	9.1	13.8	22.1
Color Apparent (Rel. Units)	5	15	30	10	50	40	10	5	10	10	40	20	10
Hardness Total	39.4	38.4	28.7	-	-	21.6	-	-	-	-	-	-	-
Calcium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	10.7	10.1	7.7	-	-	5.7	7.6	8.9	7.2	7.6	3.6	4.4	6.3
Magnesium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	3.1	3.2	2.3	-	-	1.8	2.0	2.7	2.2	2.4	1.1	1.4	2.0
Potassium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	0.24	0.24	0.19	-	-	0.12	0.14	0.15	0.17	0.29	0.26	0.18	0.19
Sodium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	1.6	1.7	1.5	-	-	1.3	1.8	1.9	1.7	1.8	1.1	1.2	1.4
Chloride Dissolved - By IC ($mg \cdot l^{-1}$)	0.9	2.1	0.8	0.7	1.7	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5
Sulphate Dissolved - By IC ($mg \cdot l^{-1}$)	4.3	4.6	3.7	4.0	4.8	4.2	4.6	4.8	4.5	4.5	3.7	3.7	3.2
Copper Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.001	T0.0006	T0.00182	T0.000	-	T0.002	T0.002	T0.002	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Lead Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.0	T0.0	T0.0	T0.002	-	T0.002	T0.002	T0.002	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Aluminum Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.095	0.10	0.033	-	0.044	0.14	0.09	0.046
Iron Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	0.07	T0.05	0.09	-	-	0.07	T0.04	-	0.05	0.06	0.08	0.048	0.05
Manganese Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	0.013	T0.000	T0.006	-	-	T0.010	T0.010	T0.010	T0.010	<0.01	0.01	<0.010	<0.01
Carbon Dissolved Organic ($mg \cdot l^{-1}$)	4.5	2.9	5.8	3.3	9.5	5.0	2.6	2.6	-	2.1	6.5	4.1	2.8
Nitrogen Dissolved -NO_2+NO_3 ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.01	0.01	T0.01	T0.01	0.09	T0.01	-	-	-	0.11	0.04	0.01	<0.01
Nitrogen Total ($mg \cdot l^{-1}$)	0.68	0.13	0.21	0.28	0.20	0.22	0.18	0.17	0.18	0.21	0.21	0.14	0.09
Phosphorus Total ($mg \cdot l^{-1}$)	T-0.007	0.017	0.028	0.008	0.014	0.009	0.002	0.002	0.001	0.001	0.004	0.003	0.004
Suspended Solids ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.00	1.00	T0.00	T0.4	5.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Dissolved Solids ($mg \cdot l^{-1}$)	59	52	54	64	61	-	-	-	-	-	-	-	-

T - less than detection limit
< - less than
> - greater than

Table 4. Recent Water Chemistry Analyses for Site Two, Catamaran Brook. See Figure 3 for Site Location.

	1989						1990	
PARAMETER	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	MAY	JUNE
pH (pH Units)	7.5	7.6	7.4	7.5	7.2	7.1	7.0	7.4
Specific Conductance ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	74	73	58	76	58	47	40.3	54.2
Turbidity (NTU)	0.3	0.3	26.6	0.3	0.7	0.7	-	-
Turbidity (JTU)	-	-	-	-	-	-	0.4	0.3
Alkalinity Total ($mg \cdot l^{-1}$)	30.9	32.7	24.2	33.1	26.9	15.0	13.3	20.6
Color Apparent (Rel. Units)	5	15	>70	20	50	40	25	10
Hardness Total	34.5	33.3	26.8	-	-	22.1	-	-
Calcium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	9.7	9.1	7.4	-	-	5.9	4.6	6.2
Magnesium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	2.5	2.6	2.0	-	-	1.8	1.3	1.8
Potassium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	0.31	0.30	0.31	-	-	0.14	0.19	0.22
Sodium Dissolved ($mg \cdot l^{-1}$)	1.7	1.8	1.6	-	-	1.3	1.3	1.5
Chloride Dissolved - By IC ($mg \cdot l^{-1}$)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.2	0.6	0.6
Sulphate Dissolved - By IC ($mg \cdot l^{-1}$)	4.4	4.2	3.8	4.1	4.6	4.5	4.0	3.4
Copper Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.001	T0.001	T0.00205	T0.000	-	T0.002	<0.002	<0.002
Lead Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.000	T0.000	T0.000	T0.0019	-	T0.002	<0.002	<0.002
Aluminum Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	0.1	1.3	1.5	0.1	0.2	0.1	0.09	0.04
Iron Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.02	0.05	1.78	-	-	0.11	0.05	0.05
Manganese Extractable ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.003	T0.000	0.055	-	-	T0.010	<0.01	<0.01
Carbon Dissolved Organic ($mg \cdot l^{-1}$)	3.8	3.3	6.8	3.2	9.3	5.3	4.4	3.1
Nitrogen Dissolved -NO_3+NO_2 ($mg \cdot l^{-1}$)	0.02	T0.01	T0.01	T0.01	0.09	T0.01	0.01	<0.01
Nitrogen Total ($mg \cdot l^{-1}$)	1.59	T0.091	0.38	0.22	0.25	0.22	0.11	0.10
Phosphorus Total ($mg \cdot l^{-1}$)	T-0.007	0.015	0.098	T0.0004	0.012	0.002	0.003	0.002
Suspended Solids ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.00	T0.00	30.0	T0.	T1.8	-	-	-
Total Dissolved Solids ($mg \cdot l^{-1}$)	52	48	57	62	62	-	-	-

T - less than detection limit
< - less than
> - greater than

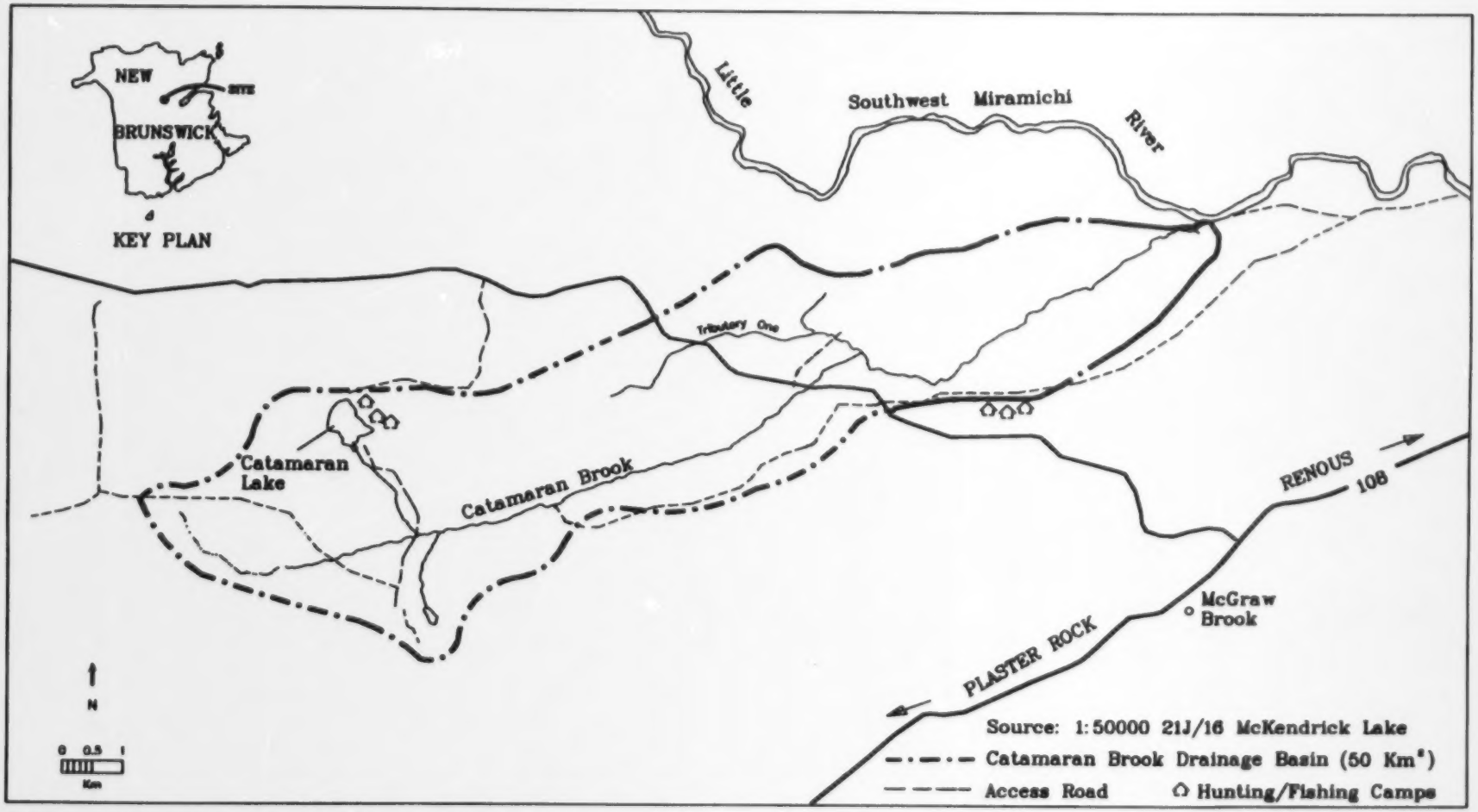

Figure 1. Map of the Catamaran Brook basin showing the watershed boundary, access routes, and the location of recreational camps.

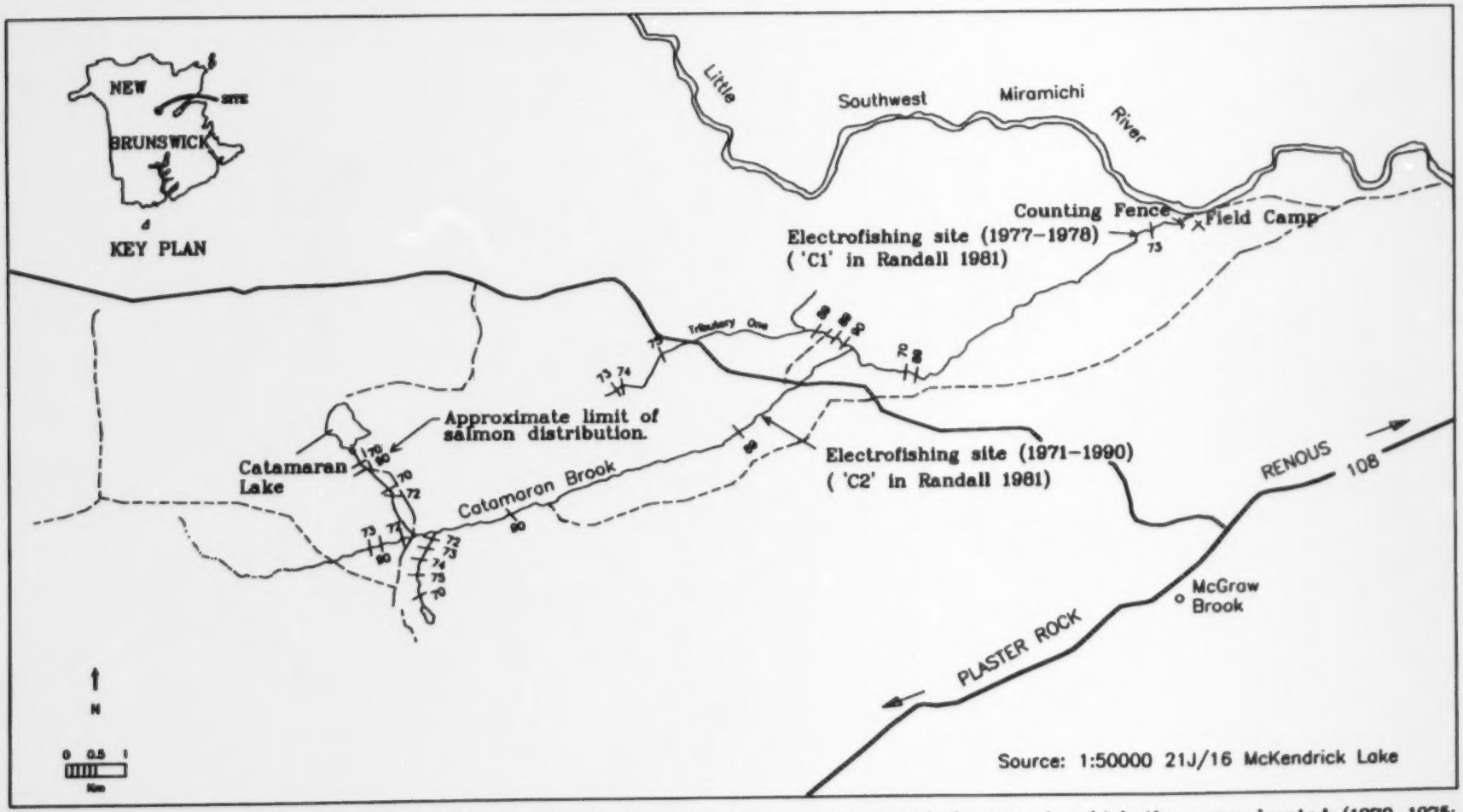

Figure 2. Map of the Catamaran Brook basin showing the location of beaver dams and the year in which they were located (1970–1975; 1989–1990), electrofishing stations, the fish counting fence, and the base camp for research activities.

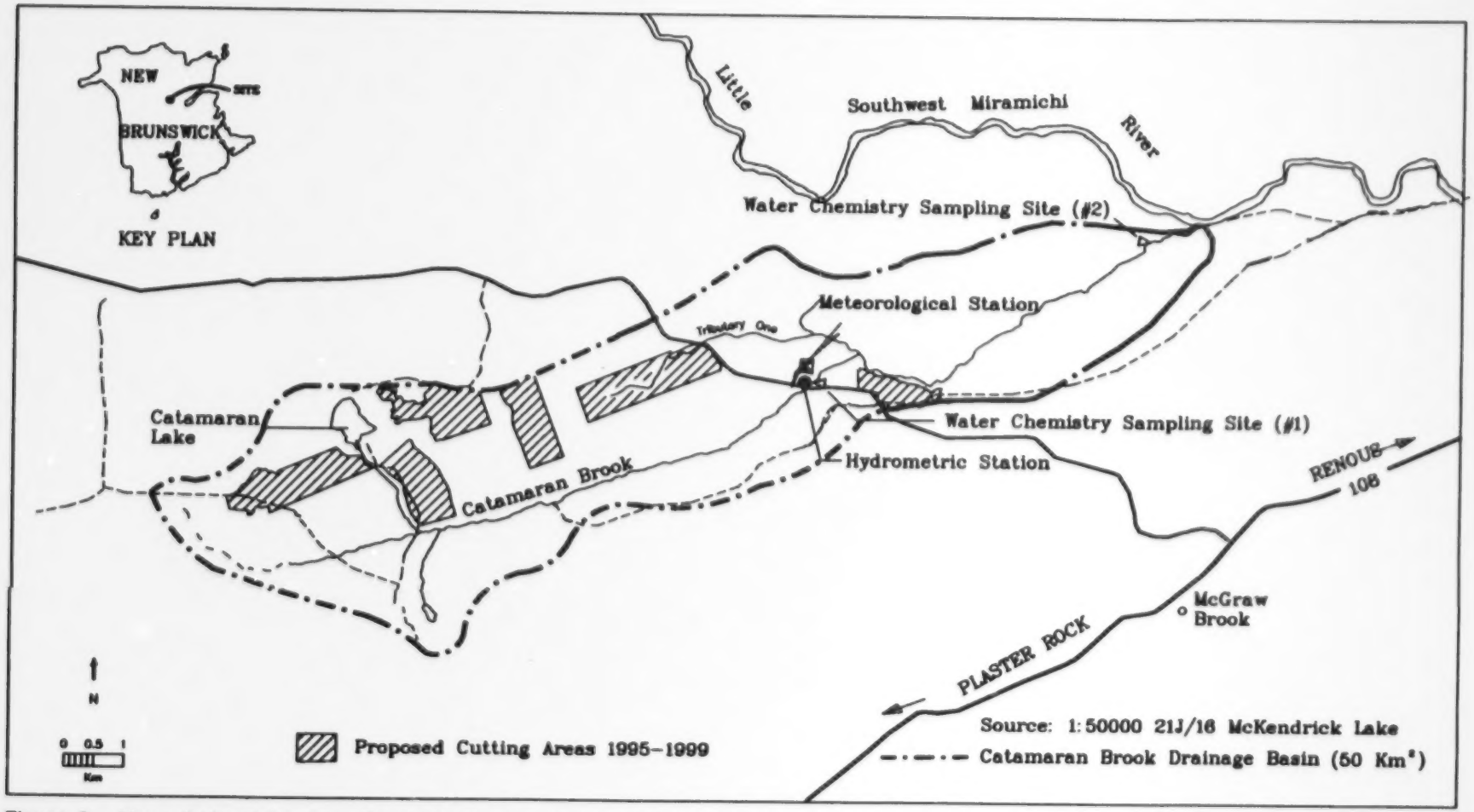

Figure 3. Map of the Catamaran Brook basin showing proposed timber-harvest blocks (1995–1999), water chemistry sampling sites, and the location of the meteorological and hydrometric stations.

Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Projet de recherche sur l'habitat du ruisseau Catamaran: description et champs d'étude général

Cunjak, R.A., D. Caissie et N. El-Jabi

Ministère des Pêches et Océans
Région du golfe, Direction des sciences
Division de la mise en valeur et de l'habitat du poisson
C.P. 5030, Moncton, N.-B., E1C 9B6

Octobre 1990

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques N° 1751

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques

Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques N° 1751

Octobre 1990

Projet de recherche sur l'habitat du ruisseau Catamaran: description et champs d'étude général[1]

par

Richard A. Cunjak[2], Daniel Caissie[2] and Nassir El-Jabi[3]

Ministère des Pêches et Oceans
Région du golfe, Direction des sciences
Division de la mise en valeur et de l'habitat du poisson
C.P. 5030, Moncton N.-B., E1C 9B6

1: 1ère contribution du Projet de recherche sur l'habitat du ruisseau Catamaran
2: Ministère des Pêches et Oceans, Région du golfe
3: École de génie, Université de Moncton, Moncton, NB, E1A 3E9

©Ministre des Approvisionnements et Service Canada 1990
No de Cat Fs 97-6/1751 ISSN 0706-6457

On doit citer cette publication comme suit:

Cunjak, R.A., D. Caissie et N. El-Jabi. 1990. Projet de recherche sur l'habitat du ruisseau Catamaran: description et champs d'étude général. Rapp. tech. Can. sci. halieut. aquat. N° 1751. 15p.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux iv

Liste des figures iv

Résumé v

Abstract vi

1. Introduction 1

2. Le champs d'étude 1
- 2.1 Critères de sélection 1
- 2.2 Utilisation des terres - historique 1
- 2.3 Description du bassin versant du ruisseau Catamaran 2
  - 2.3.1 Les organismes biotique 2
  - 2.3.2 Le milieu physique 3
  - 2.3.3 Propriétés chimique de l'eau 3

3. Titre et rôle des organismes participants 3

4. Matériel et méthodes 4
- 4.1 Conception générale de l'étude 4
- 4.2 Études sur le plan biologique 4
  - 4.2.1 Hypothèses générales 4
  - 4.2.2 Choix des lieux de recherche spécifique 5
  - 4.2.3 Méthodologie des études biologiques 5
- 4.3 Analyses physiques 5
  - 4.3.1 Général 5
  - 4.3.2 Variables physiques sur l'habitat 6
  - 4.3.3 Instrumentation 6

Remericements 7

Références 7

Liste des tableaux

1. Prise totale et densité (nombre de poissons par 100 m²) du saumon de l'Atlantique juvenile pour différentes classes d'âge capturé par l'électro-pêche à un endroit du ruisseau Catamaran de 1971-1989 (de Randall, données non publiées). La prise totale à été déterminée par 4 à 5 passes complète du site tel que Zippin (1958). Voir figure 2 pour l'emplacement du site 9

2. Résultats d'analyses des échantillons d'eau du site C1 (exutoire du ruisseau) et C2 (au pont de la route d'accès pour la coupe du bois) en 1978 (de Randall 1981) 10

3. Données récentes sur la chimie des eaux du ruisseau Catamaran au poste d'échantillonage no 1. Voir figure 3 pour l'emplacement des postes d'échantillonages 11

4. Données récentes sur la chimie des eaux du ruisseau Catamaran au poste d'échantillonage no 2. Voir figure 3 pour l'emplacement des postes d'échantillonages 12

Liste des figures

1. Carte du ruisseau Catamaran démontrant la ligne de partage des eaux, les routes d'accès, et l'emplacement des camps de récréations 13

2. Carte du ruisseau Catamaran démontrant la position des barrages de castors et l'année où on les a repérés (1970-1976; 1989-1990), les postes d'échantillonages pour l'électro-pêche, le barrage du dénombrement du poisson, et le camp de base pour les activités de recherche 14

3. Carte du ruisseau Catamaran démontrant les zones de coupe proposées (1995-1999), les postes d'échantillonages de la chimie des eaux, et l'emplacement des stations météorologique et hydrométrique 15

RÉSUMÉ

Cunjak, R.A., D. Caissie et N. El-Jabi. 1990. Projet de recherche sur l'habitat du ruisseau Catamaran: description et champs d'étude général. Rapp. tech. Can. sci. halieut. aquat. No 1751. 15p.

En 1986, le Ministère des Pêches et Océans (MPO) a introduit sa Politique nationale de gestion de l'habitat du poisson, dont les objectifs sont de protéger (aucune perte nette) et d'améliorer (gain net) l'habitat du poisson. Pour donner suite à ces objectifs, le MPO de la Région du golfe, à Moncton, a adopté une approche de recherche à long terme pour étudier l'habitat du poisson et la productivité du cours d'eau. En raison de la complexité des écosystèmes aquatiques, une approche de recherche multidisciplinaire fut adoptée pour l'étude de l'habitat du poisson, basée sur un concept de bassin versant "expérimental".

Au Nouveau-Brunswick, où la récolte du bois exerce une grande incidence sur l'environnement aquatique, il a été décidé que le projet de recherche comprendrait une étude des interactions entre les travaux forestiers et ceux de la pêche. Par conséquent, le plan d'étude comporte une évaluation des changements d'habitat dus aux impacts d'origine humaine ainsi que ceux tirant leur origine de causes naturelles. Les changements d'habitat seront quantifiés par des analyses physiques (hydrologiques) et biologiques (comportement du poisson et production du cours d'eau). Pour assurer une collecte de données précise, l'emphase sera mise sur les variations temporelles (p. ex. journalière, saisonnière) et spatiales (p. ex. ordre du cours d'eau, proximité des zones affectées) des types d'habitat qui caractérisent le bassin. Le programme comprend un moratoire de 5 ans sur la coupe du bois (débutant en 1990) sur tout le bassin versant. Les variabilités naturelles interannuelles des habitats aquatiques seront mesurées durant les 5 premières années du plan proposé de 15 ans, et également durant le reprise des activités forestières en 1995.

Le bassin choisi pour cette étude est le ruisseau Catamaran, un affluent de la rivière Little Southwest Miramichi au NB, dont le bassin versant couvre une superficie de 50 km^2. Ce rapport présente le projet de recherche et les objectifs d'étude, fournit des informations sur la description du bassin (présent et passé), les organismes participants et leur rôle, le champs d'étude général et présente également quelques données physiques, chimiques et biologiques préliminaires pertinentes à cette étude.

ABSTRACT

Cunjak, R.A., D. Caissie et N. El-Jabi. 1990. Projet de recherche sur l'habitat du ruisseau Catamaran: description et champs d'étude général. Rapp. tech. Can. sci. halieut. aquat. No 1751. 15p.

In 1986, the Department of Fisheries and Oceans (DFO), introduced its National Policy for the Management of Fish Habitat, with the objectives of protecting ('no net loss') and enhancing ('net gain') fish habitat. In order to meet these objectives, DFO Gulf Region in Moncton undertook a long term habitat research project to accurately quantify fish habitat and production. Because of the complexity of aquatic ecosystems, a multi-discplinary approach to the study of fish habitat was adopted and the concept of a research basin was formulated.

In New Brunswick where timber harvest has a major influence on the aquatic environment, it was decided that the research programme should also incorporate a study of forestry-fishery interactions. Hence, the study design involves an evaluation of habitat changes due to such anthropogenic impacts, as well as from natural environmental sources. The quantification of habitat changes will be via physical (hydrologic) and biological (fish behaviour, production) measurements. To ensure accuracy of data collection, emphasis is being placed on temporal (e.g. diel, seasonal) and spatial (e.g. stream order, proximity to "impact zones") variability within well-defined habitat-types which characterize the basin. The proposed 15 year programme involves an initial 5-year moratorium (beginning in 1990) on timber harvest for the entire drainage basin. Monitoring of inter-annual variability in aquatic habitats will be carried out during those 5 years and also during the resumption of normal logging activities in 1995.

The basin selected for the research is Catamaran Brook, a tributary of the Little Southwest Miramichi River in NB, which has a drainage area of 50 km^2. This report presents the research project and its specific objectives; provides a description of the selected basin (past and present), the participating agencies and their roles, and the general design of study; as well as presenting preliminary physical, chemical, and biological data pertinent to the study.

1.0 INTRODUCTION

En 1986, le ministère des Pêches et des Océans (MPO) a introduit sa Politique nationale de gestion de l'habitat du poisson, dont les objectifs sont de protéger (aucune perte nette) et d'améliorer (gain net) l'habitat du poisson. Le Ministère a reconnu immédiatement la nécessité de quantifier avec précision l'habitat du poisson et sa capacité de production pour pouvoir atteindre ces objectifs. Dans la région de l'Atlantique, comme dans la plupart des régions canadiennes, les données sur l'habitat sont incomplètes voire inexistantes. Le Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique (CSCPCA) a reconnu ce besoin et a proposé de servir de forum de présentation pour ces renseignements.

Devant la complexité des écosystèmes aquatiques, on pense qu'une approche multidisciplinaire à long terme pour étudier l'habitat du poisson serait le meilleur moyen de comprendre les procédés écologiques responsables des tendances observées dans les cours d'eau. C'est aussi la conclusion à laquelle on est parvenu lors d'un récent atelier sur les problèmes de l'habitat dans la région du Golfe, secteur de l'Atlantique (Chadwick, 1990), où l'on soulignait l'importance de la recherche à long terme. Au ruisseau Carnation (C.-B.) où l'on étudie les interactions entre la pêche et la foresterie depuis 1971, les écarts importants au niveau des populations de saumon et des caractéristiques physiques des habitats du bassin n'ont été remarquées qu'après l'étude d'une longue série chronologique de données échelonnée sur plusieurs années (Hartman et al. 1987; review papers in Chamberlain 1988). Fort de ces principes, la Section de l'écologie de l'habitat (Direction des sciences, région du Golfe) a adopté le concept et les modalités d'un projet de recherche sur l'habitat, que l'on décrit en détails dans le présent document.

L'objet du projet est de quantifier les perturbations que subissent les habitats du poisson dans les eaux courantes (système lotique) ainsi que la capacité de production de ces habitats en utilisant les compétences que possède la Section de l'écologie de l'habitat en matière d'hydrologie et d'ichtyologie. Pour atteindre notre objectif, le projet s'inscrit dans un cadre multidisciplinaire à composantes biologiques et physiques (hydrologiques). Les enquêtes doivent porter sur les changements de l'habitat d'origine naturelle (p. ex. les crues, les sécheresses, le régime des glaces, les saisons et l'activité des castors) ainsi que sur les changements anthropiques (p. ex. la coupe du bois et la construction de routes). L'étude portera principalement sur les salmonidés, plus particulièrement sur le saumon de l'Atlantique (Salmo salar), en raison de leur importance sur le plan économique et de leur prédominance dans la région du Golfe.

2.0 LE CHAMP D'ÉTUDE

2.1 Critères de sélection

Le groupe de recherche a étudié un certain nombre de cours d'eau de toute la région du Golfe en vue de choisir un emplacement qui conviendrait au programme. Les critères de sélection étaient les suivants: le lieu devait être représentatif des bassins versants du golfe; il devait être d'une superficie acceptable; on devait déjà disposer de certaines données historiques sur ces pêches; il devait contenir des populations de poissons à l'état naturel (surtout le saumon de l'Atlantique); le lieu devait être facile d'accès et il devait y avoir le minimum d'habitations humaines et d'activités industrielles.

Le ruisseau Catamaran (46° 52.7' N, 66° 06.0' O), un affluent de la rivière Little Southwest Miramichi, au centre du Nouveau-Brunswick, a été considéré comme le meilleur choix (voir figure 1). Militaient notamment en faveur de ce choix une vaste population de saumons de l'Atlantique anadromes (à propos desquels il existe des données historiques), un régime d'écoulement stable et d'une dimension pratique (environ 50 km²), relativement peu de coupe de bois jusqu'à présent ainsi qu'aucune habitation permanente dans le secteur.

2.2 Utilisation des terres - historique

La coupe du bois a été et continue d'être la principale activité d'utilisation des terres dans le bassin versant du ruisseau Catamaran. Depuis 1779 lorsque fut conclut le premier marché d'exportation de bois équarri en Grande-Bretagne, la coupe du bois le long de la Miramichi et de ses affluents n'a pas cessé. Durant les guerres Napoléoniennes (de 1800 à 1825), la demande de pin blanc (Pinus strobus) pour la fabrication de mâts, de vergues et d'espars destinés à la Marine britannique a probablement entraîné la coupe d'arbres assez gros et de bonne qualité dans le bassin Catamaran (G. Watling, MRNE,Newcastle, com. pers.).

Il est probable que le grand incendie de la Miramichi de 1825 ai complètement brûlé le bassin Catamaran. Toutes les espèces de résineux ou de conifère de qualité ayant survécu à l'incendie aurait fait l'objet d'une coupe sélective vers la fin du 19e siècle et au début du 20e siècle, afin d'alimenter une industrie de construction de bateaux en pleine expansion ainsi que l'industrie d'exportation de bois d'oeuvre, dans la région de la Miramichi (G. Watling, com. pers.).

D'après des anecdotes glanées au cours des années 1920 et 1930, il y a eu une coupe sélective de billots de

sciage avec débusquage jusqu'au ruisseau, sur une distance de 1 à 3 km. En 1944, un relevé par photographie aérienne fournit la preuve définitive d'une coupe de bois considérable le long du cours supérieur du ruisseau Catamaran (chemins de débusquage, premiers dépôts transitoires, et un barrage par éclusée pour faire descendre le bois jusqu'à l'embouchure du ruisseau où se trouvaient deux moulins à scie). On pense que le dernier flottage de billes dans le ruisseau Catamaran a eu lieu dans les années 1950.

Durant les années 1960, la construction de routes a rendu plus accessible le bois marchand. Par exemple, le thuya occidental (Thuja occidentalis) a fait l'objet d'une coupe sélective à 2.5 km des chemins d'accès durant cette période. La coupe sélective et partielle de billes de feuillus et de résineux, ainsi que quelques coupes à blanc de feuillus se sont poursuivies jusqu'en 1987, principalement dans la partie supérieure du bassin. Environ 60 p. 100 du bassin versant du ruisseau Catamaran n'ont pas été défrichés depuis au moins 40 ans.

La chasse au gros gibier constitue une activité secondaire dans cette région. Nous ne disposons pas de données spécifiques pour le bassin Catamaran, mais la chasse au chevreuil, à l'orignal et à l'ours ainsi que le trappage d'animaux de fourrure, tels le castor ou le renard, sont considérées comme des activités importantes pour les habitants locaux.

En 1985, le ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick (J. Gilbert, com. pers.) signalait une importante pêche récréative de truite mouchetée, avec des prises de 5 800 truites en 1 800 jours de pêche dans la région du lac Catamaran. Avant 1975, on avait ensemencé le réseau du ruisseau Catamaran en truites mouchetées à raison de 1 000 à 4 000 truites juveniles par année (A. Wynn, MPO, com. pers.) , principalement pour remplacer les prises de la pêche sportive. La pêche récréative est une activité négligeable dans la rivière même; rien n'indique la présence d'une pêche sportive au saumon dans le ruisseau Catamaran.

Il n'existe aucun indice de colonie permanente ou d'activité agricole au niveau du bassin versant. Aujourd'hui, les seuls bâtiments à l'intérieur du bassin versant du ruisseau Catamaran sont quelques camps de pêche et de chasse le long des côtes du lac Catamaran et un petit groupe de pavillons de chasse près de la ligne de partage des eaux au milieu du bassin versant (figure 1).

2.3 Description du bassin versant du ruisseau Catamaran

2.3.1. Les organismes biotiques

La combinaison de feux de forêt et de coupe du bois qui sévissent depuis le milieu du 19e siècle a pratiquement éliminé tous les peuplements matures du bassin versant du ruisseau Catamaran. En 1990, la forêt se compose presque uniquement d'espèces de seconde pousse. On compte à peu près 65 p. 100 de conifères et 35 p. 100 de décidus. Les principaux feuillus incluent notamment le bouleau blanc (Betula papyrifera), le bouleau jaune (B. lutea), l'érable à sucre (Acer saccharum), l'érable rouge (A. rubrum), échêtre américain (Fagus grandifolia), et le peuplier faux-tremble (Populus tremuloides). Voilà les espèces les plus communes que l'on retrouve dans la partie intermédiaire et inférieure du bassin versant. Dans le cours supérieur (c.-à-d. le lac Catamaran), les espèces les plus communes sont le sapin baumier (Abies balsamea) et l'épinette (Picea spp.). Le thuya occidental est relativement abondant dans la vallée fluviatile; l'aulne rugueux (Alnus rugosa) constitue l'espèce riveraine prédominante, surtout aux endroits de faible déclivité et dans les terres inondées derrière les barrages de castor.

Le saumon de l'Atlantique est l'espèce de poisson la plus commune du ruisseau Catamaran même si sa distribution est limitée aux premiers dix kilomètres du ruisseau (figure 2). Des observations récentes (R.A. Cunjak, données non publiées) indiquent que l'avalaison des anadromes adultes se fait à la fin octobre ou en novembre. La moyenne d'âge des saumoneaux du ruisseau Catamaran est de 3 ans (Randall, 1981). La truite mouchetée prédomine dans le cours supérieur et le lac Catamaran. En étudiant le système de développement du saumon et de la truite du ruisseau Catamaran, Randall (1981) a trouvé que la truite mouchetée émerge des nids environ deux semaines avant le saumon de l'Atlantique, qui émerge habituellement à la mi-juin. Randall (1981) a aussi trouvé du goujon (Rhinichthys atratulus), de l'anguille (Anguilla rostrata), du méné de lac (Couesius plumbeus), de la lamproie de mer (Petromyzon marinus), du chabot visqueux (Cottus cognatus), et de l'épinoche à trois épines (Gasterosteus aculeatus), en faisant deux prélèvements au ruisseau Catamaran.

Des relevés par pêche électrique, effectués au même endroit dans le ruisseau Catamaran (figure 2), en juillet ou août de chaque année depuis 1971 (R.G. Randall, données non publiées), font voir d'importants écarts au niveau des

prises globales et de la densité du saumon de l'Atlantique juvénile (tableau 1). Les densités élevées que l'on a connu en 1977 et en 1978 démontrent que le ruisseau Catamaran est l'un des cours d'eau qui produit le plus de saumons de l'Atlantique de tout le réseau de la Miramichi (Randall 1981). La densité nulle des tacons d'âge 0+ (tableau 1), de certaines années, semble être due aux barrages de castor dans le cours d'eau principal qui forment des obstacles impossibles à franchir pour le saumon adulte en avalaison. On a repéré de tels barrages près de l'embouchure de la rivière ainsi qu'aux kilomètres 5.5 et 9 (figure 2). Ces régions sont sans saumons juvenile (1^+ et 2^+) l'année suivante (tableau 1) et ceci indique des mouvements avals et/ou amonts importants (en supposant que les barrages de castor sont détruits périodiquement par des périodes de crues).

2.3.2. Le milieu physique

Le ruisseau Catamaran est un cours d'eau de troisième ordre (Strahler 1964) situé au centre du Nouveau-Brunswick. Le niveau d'élévation du ruisseau varie d'environ 70 mètre au-dessus du niveau moyen de la mer à l'embouchure jusqu'à 330 mètres dans le cours supérieur. La longueur totale des cours d'eau du premier ordre est de 13.3 km (ce qui représente 44 p. 100 de la longueur de tous les cours d'eau classifiés); celle des cours d'eau de deuxième ordre est de 9.6 km de longueur (32 p. 100) tandis que les cours d'eau du troisième ordre comptent pour 24 p. 100 de la longueur totale des cours d'eau ou 7.1 km. Le cours d'eau principal mesure 20.5 km et a une pente moyenne d'environ 1.27 p. 100. La densité de drainage (proportion entre la longueur totale du cours d'eau et la superficie du bassin) est de 0.60 km^{-1}.

Comme le montre la figure 3, le bassin versant compte deux lacs, dont un n'a pas de nom et l'autre est le lac Catamaran avec une superficie est de 0.3 km^2. On trouve très peu de marécages dans le bassin versant sauf le long du premier affluent (essentiellement les zones inondées derrière les barrages de castors) et dans le cours supérieur, notamment près de l'exutoire du lac Catamaran (figure 1). Le bassin versant du ruisseau Catamaran reçoit environ 1 100 mm de précipitation chaque année (Pêches et Environnement Canada 1978). Environ 73 p. 100 (ou 800 mm) de cette précipitation tombe sous forme de pluie. La température moyenne de l'air en juillet est de 17.5 °C et celle de janvier descend à -10 °C (Pêches et Environnement Canada 1978).

Sur le plan géologique, le ruisseau Catamaran repose sur la frontière entre deux divisions tectonostratigraphiques, soit l'Anticlinorium de la Miramichi et le Synclinorium de Fredericton (Irrinki 1979). La faille de Catamaran fait aussi partie du bassin versant du ruisseau Catamaran et traverse le cours d'eau à l'amont. Cette région était recouverte de glace durant l'époque Pléistocène (entre 10 000 et 1 000 000 d'années), et maintenant la majeure partie de la région est recouverte de moraine de fond et de dépôts fluvio-glaciaires (Irrinki 1979).

2.3.3. Propriétés chimiques de l'eau

Des données historiques sur les propriétés chimiques de l'eau sont disponible pour deux endroits du ruisseau Catamaran (tableau 2, Randall 1981). Plus récemment des échantillons d'eau ont été recueillis à deux endroits du cours d'eau, soit à l'embouchure et au pont (figure 3) et 23 paramètres chimiques communs ont fait l'objet de cette analyse. Les résultats de ces analyse préliminaires, effectuée à partir de juin 1989, sont présentés au tableau 3.

3.0 TITRE ET ROLE DES ORGANISMES PARTICIPANTS

Le ministère des Pêches et des Océans (Direction des sciences), coordonne le projet à titre d'organisme principal. Le personnel de la Section de l'écologie de l'habitat effectue presque toutes les recherches sur le plan biologique, plus particulièrement en ce qui a trait à l'utilisation des habitats et à la dynamique des populations. Des études sur les invertébrés benthiques sont réalisées en collaboration avec les professeurs et les étudiants de Mount Allison University (biologie) à Sackville au Nouveau-Brunswick. La cueillette permanente des données hydrologiques et météorologiques est cruciale pour la compréhension du bilan hydrologique du bassin versant, et des facteurs physiques qui contrôlent le système biotique. Ces tâches sont réalisées en collaboration avec les chercheurs de l'Université de Moncton (École de génie) et Environnement Canada (Direction générale des eaux intérieures et Service de l'environnement atmosphérique). En outre, ces renseignements météorologiques et hydrologiques seront d'une grande utilité dans l'élaboration d'une base de données climatologiques régionales pour la stratégie climatique du MPO, qui a pour objet l'étude des interrelations entre le climat et l'habitat ou les pêches au Canada. Le ministère de l'Environnement du Canada (Direction de la qualité des eaux) est chargé de faire des analyses chimiques d'échantillons d'eau prélevés à plusieurs endroits du ruisseau Catamaran. Le ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick (MRNE) nous a obtenu le plan proposé de la coupe du bois pour le ruisseau Catamaran, lequel est fondamental pour notre

étude des incidences des pratiques de foresterie. Par ailleurs et en sa qualité de propriétaire du secteur à l'étude, le MRNE continuera de s'occuper de divers aspects du projet en ce qui concerne la gestion des ressources. La Miramichi Pulp and Paper Inc., qui détient les baux d'exploitation du bassin versant du ruisseau Catamaran, a offert sa collaboration dès le début du projet en fournissant des renseignements sur ses activités de coupe passées, actuelles et futures. Elle continue d'assurer des services importants aux organisateurs du projet, y compris la construction de chemins d'accès, des travaux de nivellement et le déneigement. On prévoit que d'autres organismes entreprendront des activités liées au projet de recherche sur le ruisseau Catamaran durant la période d'étude proposée de quinze ans.

4.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

4.1 Conception générale de l'étude

Étant donné que le projet de recherche sur le ruisseau Catamaran doit s'échelonner sur plusieurs années, l'avant-projet englobe des éléments à court terme et à long terme. Nous avons adopté un plan de quinze ans fondé sur l'étude du bassin versant du ruisseau Carnation en Colombie-Britannique (Chamberlain, 1988). A partir de 1990, et pour les cinq prochaines années (jusqu'à la fin de 1994), l'**étape précédant la coupe du bois** permettra aux chercheurs d'étudier les fluctuations naturelles sur le plan biologique, physique et chimique dans le milieu, selon des gradients temporels (diurne, saisonniers, annuels) ou spatiaux (de l'amont à l'aval; les tributaires par rapport au cours d'eau principal) à l'intérieur du bassin versant. Ces données nous donneront une base aux fins de comparaison avec **l'étape de la coupe du bois**, qui vise les cinq années suivantes (1995-1999) lorsque l'on aura repris l'exploitation forestière aux endroits pré-déterminés à l'intérieur du bassin (figure 3). Nous utiliserons des postes d'échantillonnage situés tout près de ces lieux pour évaluer les changements subis par l'habitat à la suite de cette coupe du bois ou d'activités connexes (par ex. la construction de routes). La dernière étape quinquennale (de 2000 à 2004) ou **l'étape postérieure à la coupe du bois**, a pour but, provisoirement, d'évaluer les changements apportés à l'habitat après coup (tant les changements anthropogènes que naturels). Les détails spécifiques de cette partie du projet seront établis après discussions entre l'entreprise d'exploitation forestière (Miramichi Pulp and Paper Inc.), le propriétaire des terres (MRNE) et le MPO.

Pour quantifier efficacement l'habitat du poisson, il est important d'effectuer des études biologiques et des études physiques puisque ces deux composantes sont dépendantes. Ces analyses seront effectuées sur le bassin pour des conditions spatiales et temporelles variées, avec l'objectif d'étudier les interactions physiques - biologiques.

4.2 Études sur le plan biologique

4.2.1. Hypothèses générales

A cause de la complexité temporelle et spatiale inhérente aux écosystèmes lotiques, le programme de recherche a été divisé en deux parties principales fondées chacune sur une hypothèse nulle généralisée (H_0), qui préside à la direction des études:

(1) Études à court terme (< 1 à 4 ans)

H_0 : Aucune variabilité au niveau de l'utilisation de l'habitat du poisson et de la capacité de production (que l'on définit ici comme la quantité ou la biomasse d'une espèce de poisson à l'intérieur d'une unité spécifique d'habitat), en tant que fonction :

i) du genre d'habitat généralisé (p. ex. les seuils et les rapides) ou de caractéristiques spécifiques de l'habitat physique[1]

ii) du temps (journalier, mensuel, saisonnier, interrannuel).

iii) de la proximité des barrages de castor.

(2) Études à long terme (de 6 à 15 ans)

H_0 : La récolte du bois n'a aucun effet sur les habitats du poisson ni sur leur capacité de production, indépendamment de leur proximité des zones visées.

En rapport avec un emplacement témoin (touchant divers genres d'habitats désignés), un emplacement immédiat

[1] - ces caractéristiques physiques de l'habitat incluent le substrat, la largeur du cours d'eau, la vitesse d'écoulement, la couverture, le décapage par la glace, l'ordre du cours d'eau, la turbidité, le total des solides dissous, le pH, les températures hivernale et estivale, le débit et le gradient, telles qu'établies aux récentes réunions (1989) du sous-comité du CSCPCA (document en préparation). Outre ces paramètres, les paramètres suivants seront aussi retenus : les eaux souterraines (débit de base), l'accumulation de la glace ou de la neige, les taux de sédimentation et d'accumulation des particules fines, ou des deux, et les précipitations.

de mesure d'impact, près de la zone d'activités forestières, et un emplacement (éloigné) de mesure d'impact en aval seront étudiés. On y mesurera les changements des paramètres liés à l'utilisation de l'habitat et à sa capacité de production, ainsi que les changements dans les paramètres physiques de l'habitat (voir les Analyses physiques, à l'article 4.3). Au cours des années de l'étape précédant la coupe du bois, on évaluera la variabilité interrannuelle et saisonnière des données (voir les Études à cours terme, ci-dessus). La pré-sélection des endroits visés par la coupe du bois en 1995 (figure 5) nous permet de mieux choisir, dès 1990, des lieux de contrôle et d'impact spécifiques pour les recherches à long terme.

4.2.2. Choix des lieux de recherche spécifique

Des relevés préliminaires réalisés au ruisseau Catamaran ont permis d'identifier les divers genres d'habitat suivants, qui feront l'objet des recherches :

i) seuils et rapides sur substrat rocheux (pente élevée, substrat homogène);

ii) seuils, rapides et fosses rocheux\de gravier (pente faible ou modérée; substrat hétérogène);

iii) seuils, rapides et fosses de galets (pente faible ou modérée, sur fosses de galets (pente faible ou modérée, substrat homogène);

iv) les eaux arrières des barrages de castor (pente faible, substrat fin et homogène).

4.2.3. Méthodologie des études biologiques

L'évaluation biologique de l'habitat du poisson (p. ex. l'utilisation et la capacité de production de l'habitat) comprendra une variété de méthodes selon le genre d'habitat spécifique :

a) la pêche électrique, le seinage et les casiers - ces méthodes de prélèvement de poisson serviront à déterminer l'abondance et la densité du poisson, ainsi que les mouvements du poisson le long des gradients temporels et spatiaux, en marge du programme de marquage et de remise à l'eau.

b) le barrage de dénombrement du poisson - il sera situé à l'embouchure du ruisseau Catamaran (figure 3) et sera exploité pendant les périodes de dégel; on s'en servira pour évaluer le déplacement vers l'amont et vers l'aval de toutes les espèces de poisson et par conséquent, on pourra évaluer les changements dans les communautés de poissons de la rivière d'une année à l'autre et d'un traitement à l'autre (coupe du bois par ex.).

c) l'observation par plongée sous-marine - cette technique d'observation directe du poisson dans l'eau nous permettra de recenser les populations de poissons dans leurs divers habitats et sur une longue période de temps. Mais, plus important encore, cette méthode permet d'évaluer le comportement du poisson et l'utilisation des microhabitats ce qui n'est pas possible avec les autres méthodes. L'observation par plongée sous-marine aura lieu en toutes saisons.

d) L'échantillonnage de macroinvertébrés benthiques - le principal objet de cet échantillonnage est de surveiller, sur une certaine période de temps, les changements au niveau des populations, entre les divers genres d'habitat, qui ont lieu à cause de la coupe du bois.

4.3 Analyses physiques

4.3.1 Général

Tel que mentionné au paragraphe 4.2.1 l'hypothèse de base du projet est que l'habitat du poisson et la capacité productive du cours d'eau sont dépendants des phénomènes physiques. Pour tester adéquatement l'hypothèse, il est nécessaire d'effectuer une étude complète du bassin versant. Ceci comprend des études régionales, des études à l'échelle du bassin et des sous-bassins ainsi que des études sur des tronçons (ou segments) du cours d'eau (Désilet 1988).

Les études régionales seront effectuées afin de différencier le comportement du bassin Catamaran de celui des autres bassins dans la région. L'approche régionale permettra également d'étudier l'application de certains modèles, développés pour ce bassin, à d'autres bassins similaires. Des analyses sur les débits (moyen, de crues et d'étiage), les précipitations et les températures constitueront quelques études importantes à la compréhension des différents phénomènes physiques agissant sur le bassin Catamaran.

L'étude du bilan hydrique et du bilan énergétique sont des exemples d'études à l'échelle du bassin qui seront effectuées pour étudier les comportements biologiques en relation avec l'environnement physique. L'analyse du bilan hydrique permettra de mieux comprendre le cycle hydrologique du bassin versant ainsi que son effet sur l'habitat et la productivité du cours d'eau. L'étude du bilan énergétique permettra l'analyse des phénomènes physiques telles que la formation de glace et la température de l'eau en rivière.

Les changements physiques causés par la coupe du bois peuvent être analysés selon deux approches; l'approche avec bassin témoin et l'approche par analyse d'une série temporelle (Hewlett 1971; Bosch et Hewlett 1982). L'analyse en utilisant un bassin témoin consiste à choisir un bassin similaire en termes de végétation et de climatologie, et de superficie comparable de la région. La deuxième approche consiste à analyser une série temporelle (p. ex. le débit)

pour étudier si des tendances ou cycles sont introduits dans la série.

Dans le présent projet, aucun bassin témoin (i.e. avec des caractéristiques semblables ou bassin en étude) ne sera étudié. Des sous-bassins seront quand même considérés comme bassins témoin pour certaines analyses physiques et pour la période initiale de calibration de cinq années. Cette période de calibration permettra d'établir des relations entrées - sorties des différents processus physiques du bilan hydrologique et énergétique. Suite aux années de calibration, ces modèles d'entrées - sorties seront utilisés dans l'étude des changements au niveau des processus physiques.

Pour étudier et quantifier les différents types d'habitats, des variables physiques seront mesurées sur plusieurs tronçons du cours d'eau. Ce type d'analyse permettra l'étude des changements physiques naturels et de ceux causés par la coupe du bois. Ces variables physiques sur l'habitat feront également partie d'une base de données dans le but de développer un modèle sur l'habitat. Il est à noter que les tronçons du cours d'eau de l'analyse physique seront les mêmes que ceux de l'analyse biologique décrite au paragraphe 4.2.

4.3.2 Variables physiques sur l'habitat

Les variables physiques sur l'habitat sont calculées en relation avec un tronçon ou une section transversale du cours d'eau. Ces variables sont : les caractéristiques physiographiques et hydrologiques du bassin, les caractéristiques hydrauliques du cours d'eau, et les variables sur l'habitat et le micro-habitats. Les variables biologiques et chimiques font également partie des variables sur l'habitat mais à titre de variables non physiques.

Les caractéristiques physiographiques du bassin ont été choisies pour représenter les conditions géomorphologiques (superficie drainée, superficie de lacs, pente moyenne du cours d'eau, etc) du bassin en amont de la section du cours d'eau en étude. Ils peuvent aussi représenter la nature et l'utilisation du sol, tels que la superficie et le type de forêt. Ces caractéristiques vont avoir une influence sur la biologie du cours d'eau, car elles sont, pour la plupart, influencées par la quantité et la qualité de l'eau.

Les variables hydrologiques englobent les différents processus du cycle de l'eau tels que précipitations, évaporation, ruissellement, eaux souterraines, etc. Les études hydrologiques permettent l'étude de l'impact de ces différents processus sur les ressources aquatiques (Poff et Ward 1989).

Les caractéristiques hydrauliques du cours d'eau sont la vitesse d'écoulement, la profondeur d'eau, la largeur et la pente du cours d'eau, le coefficient de rugosité etc. Ces variables dépendent de la quantité en eau (i.e. l'hydrologie du bassin) ainsi que la nature et les conditions géométriques du cours d'eau.

Les variables sur l'habitat et le micro-habitats seront différentes selon l'échelle sur laquelle elles seront mesurées. Les variables sur l'habitat seront mesurées visuellement sur un tronçon du cours d'eau, alors que, les variables sur le micro-habitats seront mesurées en plusieurs points de chaque section transversale sur le tronçon, ou en fonction de la position du poisson. Les variables sur le micro-habitats sont parfois préférées aux variables sur l'habitat, car elles renseignent sur les besoins et préférence en matière d'habitat de chaque espèce du poisson (ou stade de vie) étudiée.

4.3.3 Instrumentation

Des instruments de base et des instruments spécialisés seront utilisés sur le bassin. La plupart des instruments spécialisés seront munis d'un système de collecte de données en façon continue, avec stockage des informations sur place à l'aide de modules de stockage. Une partie des informations sera disponible en temps réel grâce à une transmission par satellite. La transmission par satellite permettra de faire de la prévision des paramètres du bassin ou d'échantillonner en temps critique tel qu'en période de crue, en étiage ou durant la formation du couvert de glace.

Une station météorologiques, installée au centre du bassin (figure 3), permet de mesurer plusieurs paramètres météorologiques. Ces paramètres météorologiques sont: la température, l'humidité, la direction et la vitesse du vent, la précipitation liquide et solide, la pression atmosphérique et la radiation solaire. Le profil de température du sol est également mesuré à l'aide de plusieurs capteurs de température afin de connaître la profondeur de gèle en hiver. La station est composée d'une unité d'acquisition de données reliée à une unité de traitement numérique et de stockage des informations. La station est complètement automatisée et permettra aux usagés une interrogation instantanée des informations voulues. Cette station, fournie par l'Université de Moncton, est installée et opérée avec l'aide du ministère de l'Environnement du Canada (Service de l'environnement atmosphérique) suivant les exigences du guide sur les stations automatisées (Environnement Canada 1989). La station est en opération depuis janvier, 1990.

Une station hydrométrique est également installée sur le

bassin (figure 3), mesurant le niveau d'eau pour calculer le débit. Cette station, installée avec la participation du ministère de l'Environnement du Canada (Direction des eaux intérieures), est en opération depuis octobre, 1989. Deux types d'instrument mesurant le niveau d'eau seront utilisés par la Direction des eaux intérieures. Le premier type d'instrument mesura le niveau d'eau à l'aide d'un flotteur et l'enregistrement du niveau d'eau se fera sur papier. Le deuxième type d'instrument consiste à utiliser un système d'acquisition de données muni d'un capteur à pression convertissant la pression d'eau en niveau d'eau. De plus, le système d'acquisition des données sera capable de traiter numériquement les données et d'en faire le stockage en mémoire. Ce système d'acquisition sera également relié au transmetteur par satellite afin d'avoir des données hydrométriques en temps réel.

Un réseau piézométrique avec puits d'observation sera mis en place avec la participation du ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick et du ministère de l'Environnement du Canada (Direction des eaux intérieures) dans le but d'étudier la relation eaux de surface - eaux souterraine. Ce réseau permettra l'étude du mouvement de la nappe phréatique ainsi que l'étude de l'impact des eaux souterraines sur l'habitat du poisson et sur la productivité du cours d'eau. Les variations saisonnières et annuelles seront également étudiées ainsi que les changements du niveau de la nappe phréatique suite à la coupe du bois. Le débit des eaux souterraines retournant en cours d'eau sera également mesuré à l'aide d'appareils mesurant le suintement des eaux (Lee, 1977; Attanayake et Waller, 1988; Lee et Cherry, 1978).

Les sédiments en suspension affectant l'habitat du poisson seront analysés à partir d'échantillons d'eau effectués à plusieurs endroits du cours d'eau. Les sédiments dans le lit du cours d'eau peuvent également affecter le poisson aux différents stades de vie. L'analyse de ces sédiments se fera soit par tamisage, en récupérant un échantillon gelé sur le site par la méthode de Ryan (1970) ou en mesurant la perméabilité du lit du cours d'eau en utilisant des minipiézomètres (Winter et al., 1988; Sowden et Power, 1985; Lee et Cherry, 1978).

La température de l'eau en rivière peut avoir un impact important sur la faune aquatique. La température de l'eau sera donc mesurée de façon continue à l'aide de thermographes immergé à plusieurs endroits du cours d'eau, afin de développer des modèles prédictifs (Marceau et al. 1984). L'emphase sera mise sur la localisation de thermographes en aval des zones affectées par la coupe du bois pour en mesurer les impacts thermiques possibles. De plus, le température de l'eau en rivière sera mesurée le long du cours d'eau à différentes endroit dans le but d'étudier la capacité de récupération du cours d'eau.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes pour leur contribution à ce rapport: P. Hardie pour son travail sur certaines parties de ce rapport , J. Conlon pour la préparation des figures et tableaux, R. Randall pour avoir fourni les données non publiées sur la pêche électrique (tableau 1) et d'autres informations concernant le ruisseau Catamaran, G. Watling (MRNE) et P. DeMarsh pour leur contribution en ce qui concerne l'utilisation des terres-historique, R. Currie (MRNE) pour avoir fourni les informations sur les barrages de castor, et Dr J. Worms et Dr S. Courtenay pour avoir revué une version antérieure de ce rapport.

RÉFÉRENCES

Attanayake, M.P., et D.H. Waller, 1988, Use of seepage meters in a groundwater - lake interaction study in a fractured rock basin - a case study, Can. J. Civ. Eng., Vol.15, pp.984-989.

Bosch, J.M. et J.D. Hewlett, 1982, A review of catchment experiments to determine the effect of vegitation changes on water yield and evapotranspiration, Journal of Hydrology, No.55, pp.3-23.

Chamberlain, T.W., (Éditeur), 1988, Proceedings of the Workshop: Applying 15 years of Carnation Creek Results, Workshop held January 13-15, 1987, Nanaimo, British Columbia, 239p.

Chadwick, E.M.P. (Éditeur), 1990 (soumis pour publication), Proceedings of the Gulf Habitat Science Workshop, Moncton, NB, (novembre 1989).

Désilets, L., 1988, Critère de sélection des bassins et de macrolocalisation des stations d'échantillonnage. Étude No 164, Série scientifique, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Ottawa, Canada, 14p.

Environment Canada, 1989, AES guidelines for co-operative climatic autostations: version 1.0, Climate Applications Branch, Canadian Climate Centre, Atmospheric Environment Service, 59p.

Hartman, G.F., J.C. Scrivener, et T.E. McMahon, 1987, Saying that logging is either 'good' or 'bad' for fish doen't tell you how to manage the system, The Forestry Chronicle (June 1987): 159-164.

Hewlett, J.D., 1971, Coomments on the catchment experiment to determine vegetal effects on water yield, Water Resources Bulletin, Vol.7, No.2, pp.376-381.

Irrinki, R.R., 1979, Geology of North and South Little Sevogle Rivers-North Branch, Little Southwest Miramichi River-McKendrick and Catamaran Lakes Region, Map-Areas O-12, N-12, and N-13, (Part of 21 J/16), Mineral Resources Branch, Department of Natural Resources New Brunswick, 36p. and maps.

Lee, D.R., 1977, A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries, American Society of Liminology and Oceanography, Vol.22, pp.140-147.

Lee, D.R., et J.A. Cherry, 1978, A field exercise on groundwater flow using seepage meters and mini-piezometers, Journal of Geological Education, Vol.27, pp.6-10.

Marceau, P., D. Cluis, et G. Morin, 1984, Comparaison des performances relatives à un modèle déterministe et à un modèle stochastique de température de l'eau en rivière, Can. J. Civ. Eng., Vol.13, No.3, pp.352-364.

Pêches et Environnement Canada, 1978, Atlas hydrologique du Canada, 34 cartes.

Poff, N.L., et J.V. Ward, 1989, Implication of streamflow variability and predictability for lotic community structure: A regional analysis of streamflow patterns, Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol.46, pp.1805-1818.

Ran[illegible] R.G., 1981, Production rate of juvenile Atlantic Sal[illegible] (Salmo salar L.) in relation to available food in two Miramichi River, N.B., nursery streams, Ph.D. thesis, University of New Brunswick, Frederiction, N.B.

Ryan, P., 1970, Desgin and operation of an in situ frozen core gravel sampler. Can. Dep. Fish. and For. Tech. Rep. 1970-12: 8p.

Strahler, A.N., 1964, Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, section 4-II, in Handbook of Applied Hydrology, ed. by V.T. Chow, McGraw-Hill, New York, pp.4-39, 4-76.

Sowden, T.K. and G. Power, 1985, Prediction of rainbow trout embryo survival in relation to groundwater seepage and particule size of spawing substrates, Transactions of the American Fisheries Society, Vol. 114, pp.804-812.

Winter, T.C., J.W. LaBaugh, et D.O. Rosenberry, 1988, The design and use of a hydraulic potentiomanometer for direct measurement of differences in hydraulic head between groundwater and surface water, Limnol. Oceanogr., Vol.33, No.5, pp.1209-1214.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. J. Wildl. Manage. Vol. 22, pp.82-90.

Tableau 1. Prise totale et densité (nombre de poissons par 100 m²) du saumons de l'Atlantique juvenile pour différentes classes d'âge capturé par l'électro-pêche à un endroit du ruisseau Catamaran de 1971-1989 (de Randall, données non publiées). La prise totale à été déterminée par 4 à 5 passes complète du site tel que Zippin (1958). Voir figure 2 pour l'emplacement du site

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Superficie (m^2)	306.2	278.8	292.5	280.5	294.5	310.5	310.9	309.9	363.0	376.5	257.7	261.4	233.8	247.0	188.0	208.2	178.9	179.8	195.5
AGE - 0+																			
Prise Totale	22	0	39	2	0	6	302	334	2	10	7	0	10	0	0	2	0	23	103
Densité	8.13	0.0	16.1	0.716	0.0	2.05	105	116	0.554	2.70	2.95	0.0	5.41	0.0	0.0	1.18	0.0	18.2	53.1
AGE - 1+																			
Prise Totale	2	13	2	94	4	13	9	77	49	21	12	19	29	26	20	0	14	53	16
Densité	0.394	4.80	0.945	33.8	1.37	4.19	3.31	25.4	13.6	6.75	4.67	7.35	13.0	11.4	10.9	0.0	9.72	62.5	8.98
AGE - 2+																			
Prise Totale	15	11	3	3	32	5	11	2	27	25	13	4	18	11	4	6	5	7	8
Densité	5.00	4.09	10.8	1.29	11.6	1.61	3.61	0.649	8.05	7.06	5.36	1.53	8.43	4.74	2.62	4.34	3.11	3.94	7.37

Tableau 2. Résultats d' analyses des échantillons d'eau du site C1(exutoire du ruisseau) et C2, (au pont de la route d'accès pour la coupe du bois) en 1978. (de Randall 1981)

Date	28 fév.	25 avr.	17 juill.	31 oct.	
Endroit Paramètre	C2	C2	C2	C1	C2
Alcalinité ($mg \cdot l^{-1}$ $CaCO_3$)	28	16	30	27	28
Conductivité ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	57	35	70	63	65
Turbidité (APHA)	0.12	0.15	0.34	0.13	0.1
NO_3+NO_2-N ($mg \cdot l^{-1}$)	0.14	0.11	0.06	0.07	0.06
TKN NH_3-N ($mg \cdot l^{-1}$)	-	-	0.1	0.4	0.2
TPO_4-P ($mg \cdot l^{-1}$)	0.02	0.1	0.06	0.09	0.05

Table 3. Données récentes sur la chimie des eaux du ruisseau Catamaran au poste d'échantillonage no 1.Voir figure 3 pour l'emplacement des postes d'échantillonages.

Paramètre	1989 juin	juill.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	1990 jan.	fév.	mars	avril	mai	juin
pH (unités de pH)	7.6	7.6	7.3	7.4	7.2	7.1	7.1	7.6	-	7.6	6.9	7.1	7.4
Conductivité specifique ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	83	84	64	79	57	43	64	70	62	67	31	40	55
Turbidité (NTU)	0.3	0.4	0.4	0.3	0.6	0.6	0.2	0.2	0.3	-	-	-	-
Turbidité (JTU)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.6	0.3	0.3
Alcalinité total ($mg \cdot l^{-1}$)	35.9	36.8	26.2	35.0	20.1	14.2	25.4	28.6	-	25.1	9.1	13.8	22.1
Coleur apparente (rel. unités)	5	15	30	10	50	40	10	5	10	10	40	20	10
Dureté totale	39.4	38.4	28.7	-	-	21.6	-	-	-	-	-	-	-
Calcium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	10.7	10.1	7.7	-	-	5.7	7.6	8.9	7.2	7.6	3.6	4.4	6.3
Magnésium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	3.1	3.2	2.3	-	-	1.8	2.0	2.7	2.2	2.4	1.1	1.4	2.0
Potassium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	0.24	0.24	0.19	-	-	0.12	0.14	0.15	0.17	0.29	0.26	0.18	0.19
Sodium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	1.6	1.7	1.5	-	-	1.3	1.8	1.9	1.7	1.8	1.1	1.2	1.4
Chlorure dissous - par Cl ($mg \cdot l^{-1}$)	0.9	2.1	0.8	0.7	1.7	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5
Sulphates dissous - par Cl ($mg \cdot l^{-1}$)	4.3	4.6	3.7	4.0	4.8	4.2	4.6	4.8	4.5	4.5	3.7	3.7	3.2
Cuivres extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.001	T0.0006	T0.00182	T0.000	-	T0.002	T0.002	T0.002	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Plomb extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.0	T0.0	T0.0	T0.002	-	T0.002	T0.002	T0.002	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Aluminium extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.095	0.10	0.033	-	0.044	0.14	0.09	0.046
Fer extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	0.07	T0.05	0.09	-	-	0.07	T0.04	-	0.05	0.06	0.08	0.048	0.05
Manganese extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	0.013	T0.000	T0.006	-	-	T0.010	T0.010	T0.010	T0.010	<0.01	0.01	<0.010	<0.01
Carbone Organique Dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	4.5	2.9	5.8	3.3	9.5	5.0	2.6	2.6	-	2.1	6.5	4.1	2.8
Azote Dissous -NO_3+NO_2 ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.01	0.01	T0.01	T0.01	0.09	T0.01	-	-	-	0.11	0.04	0.01	<0.01
Azote total ($mg \cdot l^{-1}$)	0.68	0.13	0.21	0.28	0.20	0.22	0.18	0.17	0.18	0.21	0.21	0.14	0.09
Phosphore total ($mg \cdot l^{-1}$)	T-0.007	0.017	0.028	0.008	0.014	0.009	0.002	0.002	0.001	0.001	0.004	0.003	0.004
Matières en suspensions ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.00	1.00	T0.00	T0.4	5.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Matières totales dissoutes ($mg \cdot l^{-1}$)	59	52	54	64	61	-	-	-	-	-	-	-	-

T - inférieur au niveau de détection
< - inférieur à
> - supérieur à

Table 4. Données récentes sur la chimie des eaux du ruisseau Catamaran au poste d'échantillonage no 2. Voir figure 3 pour l'emplacement des postes d'échantillonages.

	1989						1990	
Paramètre	juin	juill.	août	sept.	oct.	nov.	mai	juin
pH (unités de pH)	7.5	7.6	7.4	7.5	7.2	7.1	7.0	7.4
Conductivité spécifique ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	74	73	58	76	58	47	40.3	54.2
Turbidité (NTU)	0.3	0.3	26.6	0.3	0.7	0.7	-	-
Turbidité (JTU)							0.4	0.3
Alcalinité total ($mg \cdot l^{-1}$)	30.9	32.7	24.2	33.1	26.9	15.0	13.3	20.6
Coleur apparente (rel. unités)	5	15	>70	20	50	40	25	10
Dureté totale	34.5	33.3	26.8	-	-	22.1	-	-
Calcium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	9.7	9.1	7.4	-	-	5.9	4.6	6.2
Magnésium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	2.5	2.6	2.0	-	-	1.8	1.3	1.8
Potassium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	0.31	0.30	0.31	-	-	0.14	0.19	0.22
Sodium dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	1.7	1.8	1.6	-	-	1.3	1.3	1.5
Chlorure dissous - par Cl ($mg \cdot l^{-1}$)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.2	0.6	0.6
Sulphates dissous - par Cl ($mg \cdot l^{-1}$)	4.4	4.2	3.8	4.1	4.6	4.5	4.0	3.4
Cuivres extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.001	T0.001	T0.00205	T0.000	-	T0.002	<0.002	<0.002
Plomb extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.000	T0.000	T0.000	T0.0019	-	T0.002	<0.002	<0.002
Aluminium extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	0.1	1.3	1.5	0.1	0.2	0.1	0.09	0.04
Fer extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.02	0.05	1.78	-	-	0.11	0.05	0.05
Manganese extractible ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.003	T0.000	0.055	-	-	T0.010	<0.01	<0.01
Carbone Organique Dissous ($mg \cdot l^{-1}$)	3.8	3.3	6.8	3.2	9.3	5.3	4.4	3.1
Azote Dissous -NO_3+NO_2($mg \cdot l^{-1}$)	0.02	T0.01	T0.01	T0.01	0.09	T0.01	0.01	<0.01
Azote total ($mg \cdot l^{-1}$)	1.59	T0.091	0.38	0.22	0.25	0.22	0.11	0.10
Phosphore total ($mg \cdot l^{-1}$)	T-0.007	0.015	0.098	T0.0004	0.012	0.002	0.003	0.002
Matières en suspensions ($mg \cdot l^{-1}$)	T0.00	T0.00	30.0	T0.	T1.8	-	-	-
Matières totales dissoutes ($mg \cdot l^{-1}$)	52	48	57	62	62	-	-	-

T - inférieur au niveau de détection
< - inférieur à
> - supérieur à

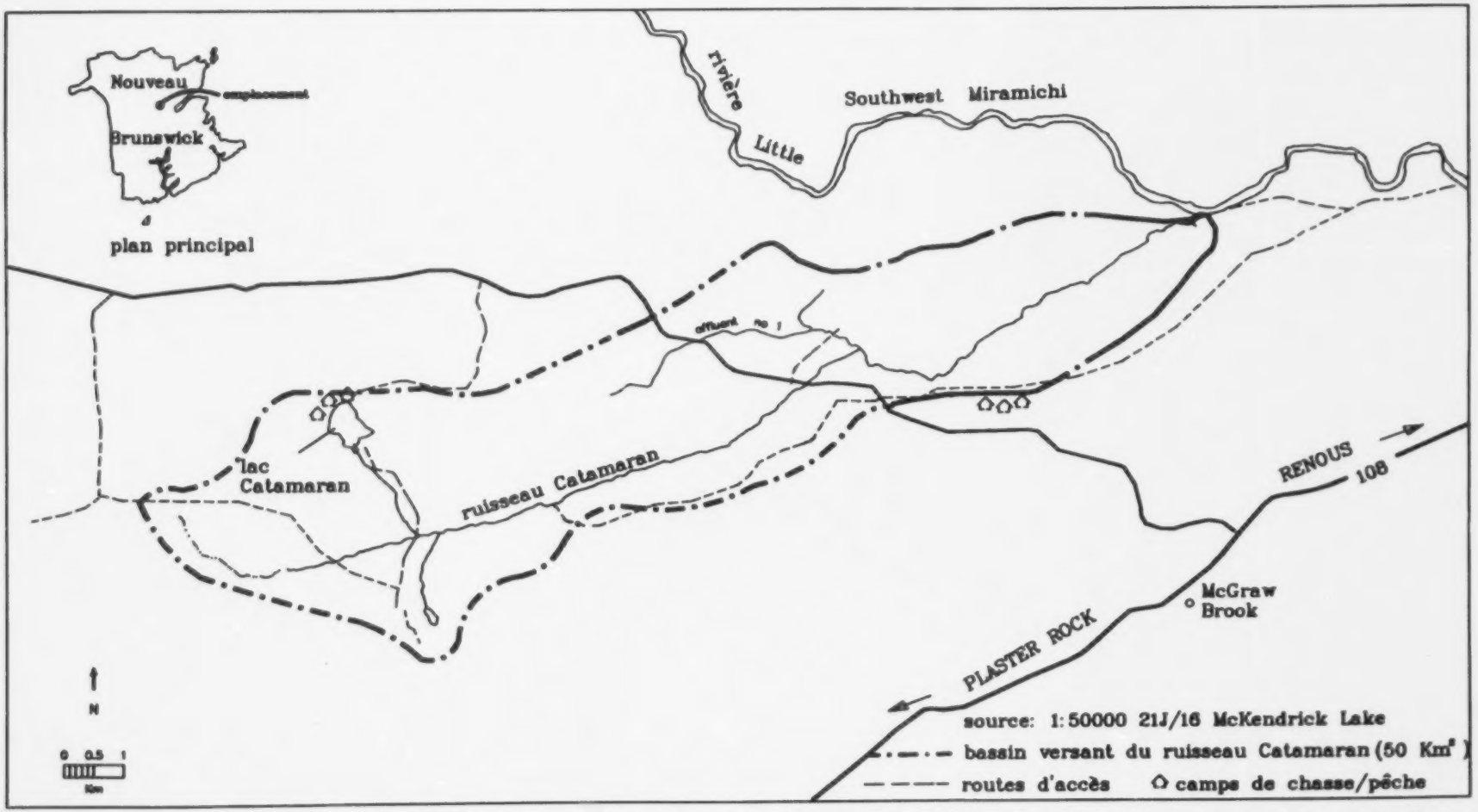

Figure 1. Carte du ruisseau Catamaran démontrant la ligne de partage des eaux, les routes d'accès, et l'emplacement des camps de récréations.

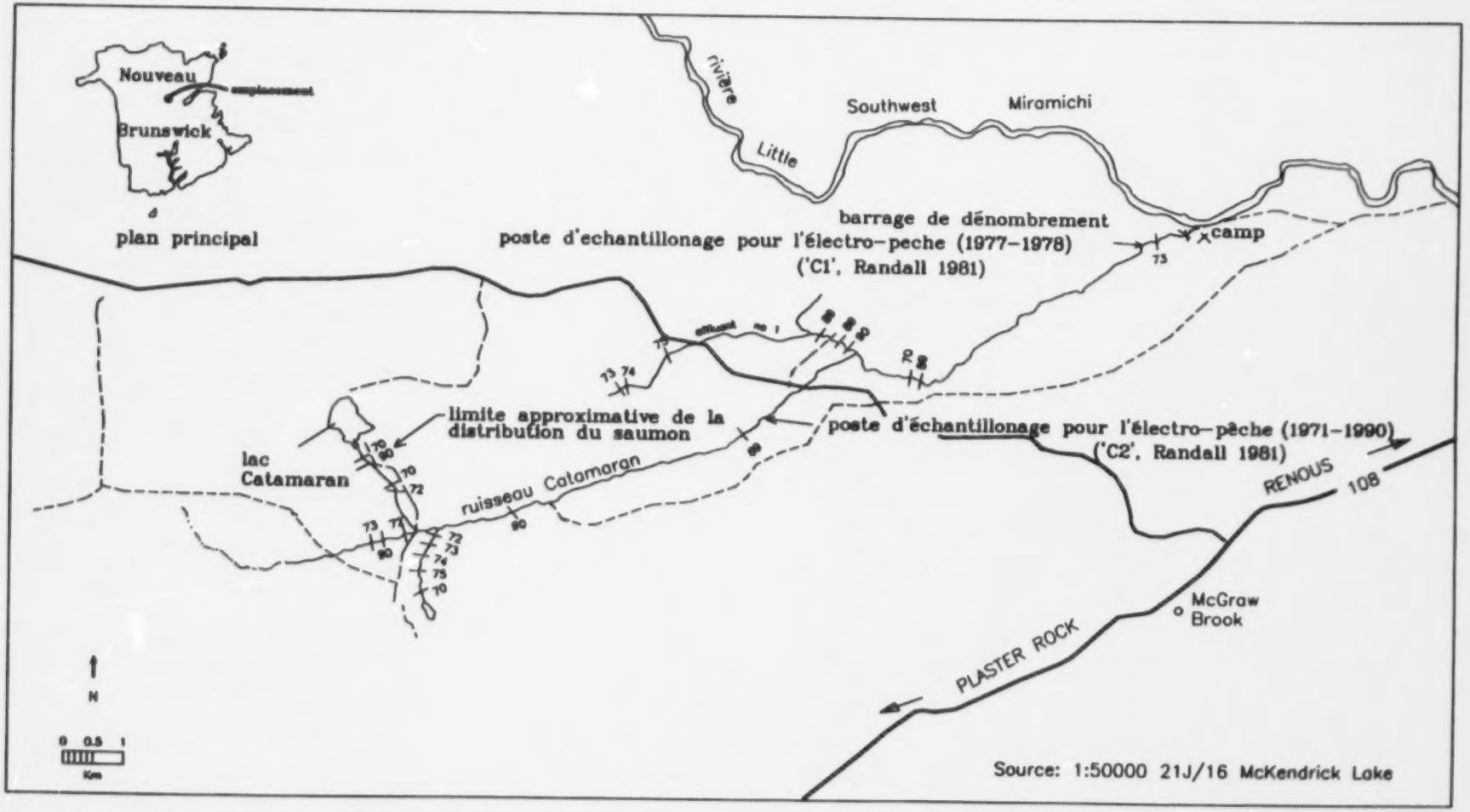

Figure 2. Carte du ruisseau Catamaran démontrant la position des barrages de castors et l'année où on les a repérés (1970-1976; 1989-1990), les postes d'échantillonage pour l'éctro-pêche, le barrage de dénombrement du poisson, et le camp de base pour les activités de recherche.

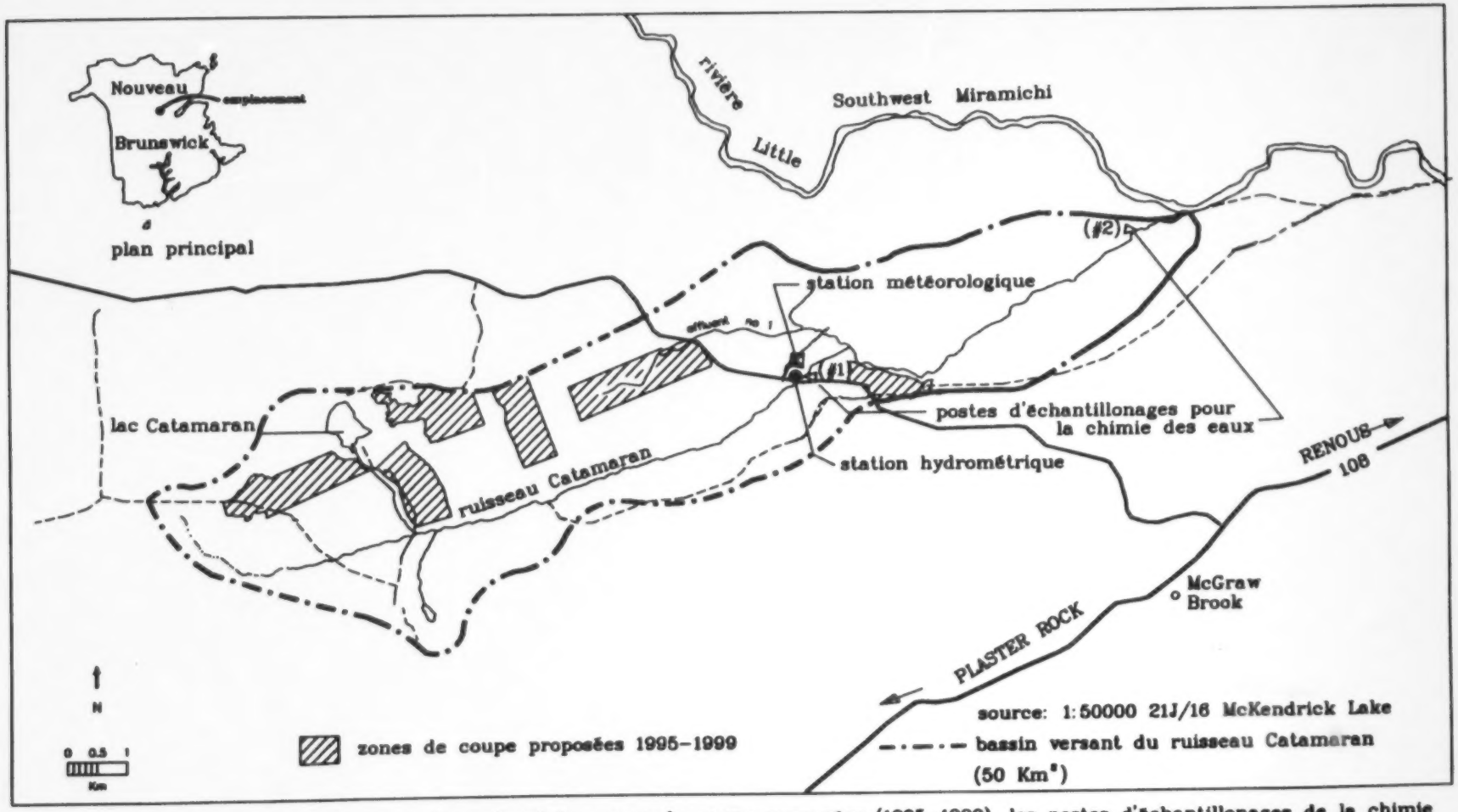

Figure 3. Carte du ruisseau Catamaran démontrant les zones de coupe proposées (1995-1999), les postes d'échantillonages de la chimie des eaux, et l'emplacement des stations météorologique et hydrométrique